

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-232645

(43)Date of publication of application : 10.09.1996

(51)Int.Cl.

F01N 3/20  
 F01N 3/22  
 F01N 3/22  
 F01N 3/24  
 F02B 31/02  
 F02D 41/04  
 F02D 41/04  
 F02D 43/00  
 F02D 45/00  
 F02M 69/00  
 F02N 17/08  
 F02P 5/15

(21)Application number : 07-223938

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 31.08.1995

(72)Inventor : NISHIMURA HIROBUMI  
 NAKASUMI TADATAKA  
 UMEHARA TAKESHI  
 MORIMASA KEISHIN  
 MISUMI MASANORI

(30)Priority

Priority number : 06328975

Priority date : 28.12.1994

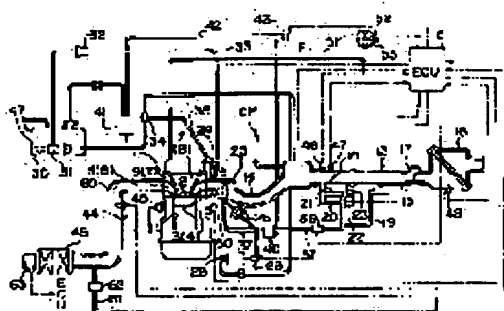
Priority country : JP

## (54) DEVICE AND METHOD OF EMISSION CONTROL FOR ENGINE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide an emission control device of simple structure which can quickly heat an exhaust gas purifying catalyst to an activation temperature at cold start time of an engine.

**CONSTITUTION:** In an engine CE, ignition timing is set after the top dead center by a control unit C at cold start time, thus to decrease a rate of converting to a net output of combustion heat of a mixture. Consequently, a loss of exhaust heat is increased, as a result to increase an exhaust gas temperature. By this exhaust gas of high temperature, an exhaust gas purifying catalyst in a catalytic converter 45 is quickly heated to increase temperature, and it early leads to an activation temperature. Here is closed an opening/closing valve 25, to supply a mixture into a combustion chamber 2 from only the first intake port 3 which is a swirl port, and a swirl of 1.0 or more swirl ratio is produced in the combustion chamber 2, thus to enhance combustibility of a mixture, so as to suppress torque fluctuation of the engine CE.



BEST AVAILABLE COPY

---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 12.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-232645

(43) 公開日 平成8年(1996)9月10日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 1 N 3/20	Z A B		F 0 1 N 3/20	Z A B D
3/22	Z A B		3/22	Z A B
	3 1 1			3 1 1 L
3/24	Z A B		3/24	Z A B R
F 0 2 B 31/02			F 0 2 B 31/02	L

審査請求 未請求 請求項の数50 O L (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-223938

(22) 出願日 平成7年(1995)8月31日

(31) 優先権主張番号 特願平6-328975

(32) 優先日 平6(1994)12月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 西村 博文

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 中角 忠孝

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 梅原 健

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

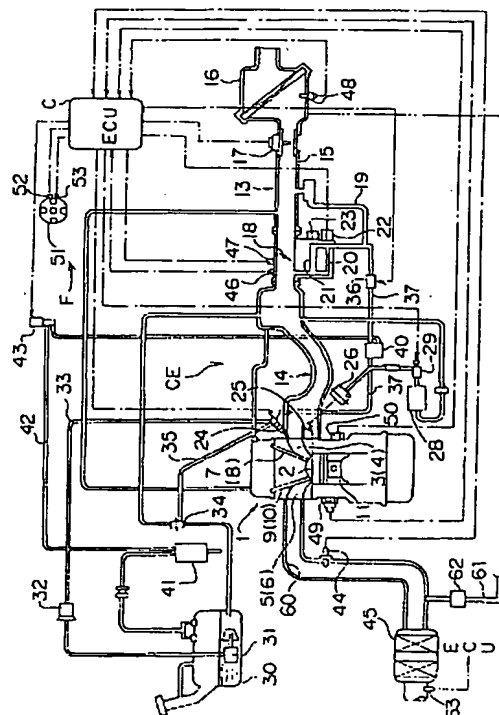
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの排気ガス浄化装置及び排気ガス浄化方法

(57) 【要約】

【課題】 エンジンの冷間始動時に排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化温度まで高めることができる簡素な構造の排気ガス浄化装置を提供する。

【解決手段】 エンジンC Eにおいては、冷間始動時にはコントロールユニットCによって点火時期が上死点後に設定され、これによって混合気の燃焼熱の正味出力への変換率が低下させられる。このため、排気熱損失が大きくなり、この結果排気ガス温度が高められる。そして、この高温の排気ガスによって触媒コンバータ4 5内の排気ガス浄化用触媒が迅速に昇温させられて早期に活性化温度に到達する。この場合、開閉弁2 5が閉じられてスワールポートである第1吸気ポート3のみから燃焼室2内に混合気が供給されて燃焼室2内にスワール比が1.0以上のスワールが生成され、これによって混合気の燃焼性が高められ、エンジンC Eのトルク変動が抑制される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータが排気通路に介設されている往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジンの暖機度合を検出する暖機度合検出手段と、

点火時期を任意に設定することができる点火時期可変手段と、

混合気の燃焼を促進することができる混合気燃焼促進手段と、

エンジンを始動させる際に暖機度合検出手段によってエンジンが冷機状態にあることが検出された場合には、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進されるように混合気燃焼促進手段を制御するエンジン制御手段とが設けられていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2】 排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータが排気通路に介設されている往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジンの暖機度合を検出する暖機度合検出手段と、

点火時期を任意に設定することができる点火時期可変手段と、

混合気の燃焼を促進することができる混合気燃焼促進手段と、

エンジンを始動させる際に暖機度合検出手段によってエンジンが冷機状態にあることが検出された場合には、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定されかつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が 0 以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進されるように混合気燃焼促進手段を制御するエンジン制御手段とが設けられていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

気筒内空燃比を任意に設定することができる空燃比可変手段が設けられ、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比が 13.5 ~ 18.0 の範囲内に設定されるように空燃比可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、空気過剰率が 1 以上となるように空燃比可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 5】 請求項 1 又は請求項 2 に記載されたエン

ジンの排気ガス浄化装置において、

気筒内空燃比を任意に設定することができる空燃比可変手段と、触媒コンバータより上流側の排気通路に 2 次エアを供給することができる 2 次エア供給手段とが設けられ、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、2 次エア供給手段によって供給される 2 次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比が 14.5 以上となるように、空燃比可変手段及び 2 次エア供給手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 6】 請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後で点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後、所定期間経過後から点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 8】 請求項 6 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった直後から点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 9】 請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がる前の完爆状態となるまでは始動進角が通常運転時の点火時期よりも進角側に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 10】 請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がる前の完爆状態となるまでは点火時期が始動進角に設定され、上記完爆状態となった後エンジンが吹き上がるまでは点火時期が始動進角よりも進角側に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 11】 請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後におい

てエンジンが吹き上がるまでは点火時期が始動進角に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 2】 請求項 9 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランク後においてエンジンが上記完燃状態となった後は吸入空気量を増加させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 0 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、エンジンのクランク後においてエンジンが吹き上がるまでは吸入空気量を一定に保持するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の途中で、ヒータ内蔵型の  $\lambda$  O<sub>2</sub> センサの検出値に基づいて、理論空燃比を目標値とする空燃比のフィードバック制御を行うようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジン始動開始時のエンジン水温に基づいて、排気ガス昇温促進期間中における点火時期の遅角量を設定するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジン始動開始時のエンジン水温に基づいて、排気ガス昇温促進期間中における吸入空気量を設定するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン水温に応じて点火時期の遅角量の減少量を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン水温に応じて吸入空気量の減少量を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 ～請求項 5 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、アクセル操作とは独立して吸入空気量を増減させることができる吸入空気量可変手段が設けられ、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン回転数が所定の回転数に維持されるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 9 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に維持されるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2 1】 請求項 2 0 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の初期には、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に設定されるように吸入空気量可変手段を制御し、この後点火時期がさらに遅角側に設定されるように点火時期可変手段を制御することによってエンジン回転数を低下させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2 2】 請求項 2 0 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の初期には、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に設定されるように吸入空気量可変手段を制御し、この後吸入空気量が減少するように吸入空気量可変手段を制御することによってエンジン回転数を低下させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2 3】 請求項 2 0 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の初期にはエンジン回転数が所定の比較的高い回転数に設定されるように吸入空気量可変手段を制御し、この後点火時期がさらに遅角側に設定されるように点火時期可変手段を制御するとともに、吸入空気量が減少するように吸入空気量可変手段を制御することによってエンジン回転数を低下させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2 4】 請求項 2 3 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、上記エンジン回転数を低下させる際に、吸入空気量の減少が早く実施される一方点火時期の遅角が遅く実施されるように、吸入空気量可変手段と点火時期可変手段とを制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 2 5】 請求項 1 9 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時期が通常の進角値に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 26】 請求項 19 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期よりも遅角しかつ上死点よりも前である時期に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 27】 請求項 26 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときにおいて、エンジン出力が所定値未満のときには点火時期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期よりも遅角しかつ上死点よりも前である時期に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 28】 請求項 27 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときにおいて、エンジン出力が上記所定値以上となったときには点火時期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期に戻されるように点火時期可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 29】 請求項 26 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときにおいて、エンジン出力が所定値未満のときには点火時期が上死点後に設定される一方、エンジン出力が上記所定値以上となったときには点火時期が上死点前に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 30】 請求項 29 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、車両走行開始後において点火時期が上死点後に設定される場合には、エンジン出力が大きくなるほど点火時期の遅角量が減少するように点火時期可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 31】 請求項 25 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が時間遅れを伴って停止されるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 32】 請求項 25 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が停止に至るまで徐々に減少させられるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていて、

【請求項 33】 請求項 25 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
エンジン制御手段が、車両が走行を開始した後再び停止した場合において、触媒コンバータ内の触媒が活性温度に達していないときには再び所定の期間だけ、点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進されるように混合気燃焼促進手段を制御するようになっていて、

【請求項 34】 請求項 1 ～請求項 33 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、混合気燃焼促進手段が、気筒内での乱流の生成を促進することによって混合気の燃焼を促進するようになっていて乱流生成促進手段であることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 35】 請求項 34 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
乱流生成促進手段が、気筒内にスワールを生成するスワール生成手段であることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 36】 請求項 35 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
スワール生成手段が、開閉弁を備えない第 1 吸気ポートと、開閉弁を備えた第 2 吸気ポートとを有し、開閉弁の開度を変化させることによって気筒内にスワールを生成するようになっていて、

【請求項 37】 請求項 35 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
スワール生成手段が、スワール比が 1.0 以上のスワールを気筒内に生成するようになっていて、

【請求項 38】 請求項 34 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
乱流生成促進手段が、気筒内にタンブルを生成するタンブル生成手段であることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 39】 請求項 38 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
タンブル生成手段が、タンブル比が 1.5 以上のタンブルを気筒内に生成するようになっていて、

【請求項 40】 請求項 34 に記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、  
乱流生成促進手段が、吸気通路から気筒内へ流入する空

気の流速を高める低リフト型の吸気弁構造であることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4 1】 請求項 1～請求項 3 3 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、混合気燃焼促進手段が、燃料を空気と混合した上で吸気通路に噴射する空気混合式燃料噴射弁であることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4 2】 請求項 1～請求項 3 3 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、混合気燃焼促進手段が、点火エネルギーが高い点火装置であることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4 3】 請求項 1～請求項 4 2 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、一定時間経過後に排気ガス昇温促進期間を終了させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4 4】 請求項 1～請求項 4 2 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、触媒コンバータより下流側の排気ガス温度が所定値まで上昇したときに、排気ガス昇温促進期間を終了させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4 5】 請求項 1～請求項 4 2 のいずれか 1 つに記載されたエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジン水温が所定値まで上昇したときに、排気ガス昇温促進期間を終了させるようになっていることを特徴とするエンジンの排気ガス浄化装置。

【請求項 4 6】 排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータを用いて排気通路内の排気ガスを浄化するようにした往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化方法において、

エンジンを冷機状態で始動させるときには、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、混合気の燃焼性を高めつつ点火時期を上死点後に設定し、エンジンの回転安定性を保持しつつ排気ガス温度の上昇を促進するようにしたことを特徴とするエンジンの排気ガス浄化方法。

【請求項 4 7】 排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータを用いて排気通路内の排気ガスを浄化するようにした往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化方法において、

エンジンを冷機状態で始動させるときには、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、混合気の燃焼性を高めつつ点火時期を上死点後に設定し、かつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が 0 以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるようにし、エンジンの回転安定性を保持しつつ排気ガス温度の上昇を促進するようにしたことを特徴とするエンジンの排気ガス浄化方法。

【請求項 4 8】 請求項 4 6 又は請求項 4 7 に記載されたエンジンの排気ガス浄化方法において、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比を 13.5～18.0 の範囲内に設定するようにしたことを特徴とするエンジンの排気ガス浄化方法。

【請求項 4 9】 請求項 4 6 又は請求項 4 7 に記載されたエンジンの排気ガス浄化方法において、排気ガス昇温促進期間中は、排気通路に供給される 2 次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比が 14.5 以上となるように気筒内空燃比を設定するようにしたことを特徴とするエンジンの排気ガス浄化方法。

【請求項 5 0】 排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータを用いて排気通路内の排気ガスを浄化するようにした往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化方法において、

エンジンを冷機状態で始動させるときには、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期を上死点後に設定して排気ガス温度の上昇を促進するようにしたことを特徴とするエンジンの排気ガス浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化装置及び排気ガス浄化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、自動車用エンジンの排気通路には排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータが介設され、該排気ガス浄化用触媒によって排気ガス中の HC (炭化水素)、CO (一酸化炭素)、NOx (窒素酸化物) 等の大気汚染物質が無害な水、二酸化炭素、窒素等にコンバートされ、排気ガスが浄化されるようになっている。

【0003】 排気ガス浄化用触媒としては、例えば白金、ロジウム、パラジウム等の貴金属触媒が酸化珪素等で形成された担体に担持されてなる三元触媒等が広く用いられているが、かかる排気ガス浄化用触媒はいずれも所定の活性化温度 (例えば、350℃) 以上にならなければ十分な排気ガス浄化力が得られない。そして、エンジンがすでに暖機状態となっている通常の運転時においては、排気ガス浄化用触媒は、常時高温の排気ガス (例えば、700～900℃) にさらされて活性化温度以上に保持されているので、十分な排気ガス浄化力を有している。

【0004】 しかしながら、エンジンの冷間始動時においては、排気ガス浄化用触媒ないしは触媒コンバータは、エンジン始動後に排気ガスによって常温から徐々に暖められることになり、したがってエンジン始動後におけるある程度の期間 (例えば 60 秒) は十分な排気ガス浄化力を備えていないことになる。その結果、エンジンの冷間始動時において、排気ガス浄化用触媒が活性化温度

に達するまでの間は、排気ガスが十分に浄化されず、H C、CO、NO<sub>x</sub>等の大気汚染物質を含んだまま大気中に排出されてしまう。このため、エンジンの冷間始動時において、排気ガス浄化用触媒を迅速に(例えば、20秒以内に)活性化温度まで高めることができる手段が求められている。

【0005】そこで、触媒コンバータ(上流端付近)あるいは触媒コンバータより上流側の排気通路に電気加熱ヒータを設け、エンジンの冷間始動時には電気加熱ヒータに通電して排気ガス温度を高め、これによって排気ガス浄化用触媒の温度上昇を促進して該触媒を迅速に活性化温度に到達させるようにした排気ガス浄化装置(EHC)が提案されている(例えば、特開平4-66715号公報参照)。

【0006】あるいは、触媒コンバータ(上流端付近)あるいは触媒コンバータより上流側の排気通路に臨んでアフタバーナを設け、エンジンの冷間始動時にはアフタバーナを用いて排気ガス温度を高め、これによって排気ガス浄化用触媒の温度上昇を促進して該触媒を迅速に活性化温度に到達させるようにした排気ガス浄化装置(アフタバーナ式排気ガス浄化装置)が提案されている(例えば、特開平6-167212号公報参照)。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、EHCあるいはアフタバーナ式排気ガス浄化装置では、排気系に複雑な構造の電気加熱ヒータあるいはアフタバーナを設けなければならないので、排気系が大型化ないしは複雑化し、車両への搭載性が悪くなるといった問題がある。さらに、EHCにおいては、電気加熱ヒータの電気容量が大きいので、バッテリー、オルタネータ等の容量を大きくしなければならないといった問題がある。また、電気加熱ヒータを制御するコントロールボックスが必要となり、かつ電気配線に太いケーブルを用いなければならないので、これらのレイアウトがむずかしくなり、車両への搭載性が悪くなるといった問題がある。

【0008】本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであって、冷間始動時に排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化温度まで高めることができる、車両への搭載性に優れた簡素な構造のエンジンの排気ガス浄化装置ないしは排気ガス浄化方法提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様は、排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータが排気通路に介設されている往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化装置において、エンジンの暖機度合を検出する暖機度合検出手段と、点火時期を任意に設定することができる点火時期可変手段と、混合気の燃焼を促進することができる混合気燃焼促進手段と、エンジンを始動させる際に暖機度合検出手段によってエンジンが冷機状態にある

ことが検出された場合には、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進されるように混合気燃焼促進手段を制御するエンジン制御手段とが設けられていることを特徴とするものである。

【0010】本発明の第2の態様は、排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータが排気通路に介設されている往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化装置において、エンジンの暖機度合を検出する暖機度合検出手段と、点火時期を任意に設定することができる点火時期可変手段と、混合気の燃焼を促進することができる混合気燃焼促進手段と、エンジンを始動させる際に暖機度合検出手段によってエンジンが冷機状態にあることが検出された場合には、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定されかつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進されるように混合気燃焼促進手段を制御するエンジン制御手段とが設けられていることを特徴とするものである。

【0011】本発明の第3の態様は、本発明の第1又は第2の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、気筒内空燃比を任意に設定することができる空燃比可変手段が設けられ、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比が13.5~18.0の範囲内に設定されるように空燃比可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0012】本発明の第4の態様は、本発明の第3の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、空気過剰率が1以上となるように空燃比可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0013】本発明の第5の態様は、本発明の第1又は第2の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、気筒内空燃比を任意に設定することができる空燃比可変手段と、触媒コンバータより上流側の排気通路に2次エアを供給することができる2次エア供給手段とが設けられ、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、2次エア供給手段によって供給される2次エアを吸入空気に含めて算出した空燃比が14.5以上となるように、空燃比可変手段及び2次エア供給手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0014】本発明の第6の態様は、本発明の第1~第5の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後で点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。



【0015】本発明の第7の態様は、本発明の第6の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後、所定期間経過後から点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0016】本発明の第8の態様は、本発明の第6の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった直後から点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0017】本発明の第9の態様は、本発明の第1～第7の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がる前の完爆状態となるまでは始動進角が通常運転時の点火時期よりも進角側に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0018】本発明の第10の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がる前の完爆状態となるまでは点火時期が始動進角に設定され、上記完爆状態となった後エンジンが吹き上がるまでは点火時期が始動進角よりも進角側に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0019】本発明の第11の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がるまでは点火時期が始動進角に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0020】本発明の第12の態様は、本発明の第9の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが上記完爆状態となった後は吸入空気量を増加させるようになっていることを特徴とするものである。

【0021】本発明の第13の態様は、本発明の第10の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がるまでは吸入空気量を一定に保持するようになっていることを特徴とするものである。

【0022】本発明の第14の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の途中で、ヒータ内蔵型の $\lambda$  O<sub>2</sub> センサの検出値に基づいて、理論空燃比を目標値とする空燃比のフィ

ードバック制御を行うようになっていることを特徴とするものである。

【0023】本発明の第15の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジン始動開始時のエンジン水温に基づいて、排気ガス昇温促進期間中における点火時期の遅角量を設定するようになっていることを特徴とするものである。

【0024】本発明の第16の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジン始動開始時のエンジン水温に基づいて、排気ガス昇温促進期間中における吸入空気量を設定するようになっていることを特徴とするものである。

【0025】本発明の第17の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン水温に応じて点火時期の遅角量の減少量を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0026】本発明の第18の態様は、本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン水温に応じて吸入空気量の減少量を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0027】本発明の第19の態様は、本発明の第1～第5の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、アクセル操作とは独立して吸入空気量を増減させることができる吸入空気量可変手段が設けられ、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン回転数が所定の回転数に維持されるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0028】本発明の第20の態様は、本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に維持されるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0029】本発明の第21の態様は、本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の初期には、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に設定されるように吸入空気量可変手段を制御し、この後点火時期がさらに遅角側に設定されるように点火時期可変手段を制御することによってエンジン回転数を低下させるようになっていることを特徴とするものである。

【0030】本発明の第22の態様は、本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、

エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の初期には、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に設定されるように吸入空気量可変手段を制御し、この後吸入空気量が減少するように吸入空気量可変手段を制御することによってエンジン回転数を低下させるようになっていることを特徴とするものである。

【0031】本発明の第23の態様は、本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間の初期にはエンジン回転数が所定の比較的高い回転数に設定されるように吸入空気量可変手段を制御し、この後点火時期がさらに遅角側に設定されるように点火時期可変手段を制御するとともに、吸入空気量が減少するように吸入空気量可変手段を制御することによってエンジン回転数を低下させるようになっていることを特徴とするものである。

【0032】本発明の第24の態様は、本発明の第23の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、上記エンジン回転数を低下させる際に、吸入空気量の減少が早く実施される一方点火時期の遅角が遅く実施されるように、吸入空気量可変手段と点火時期可変手段とを制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0033】本発明の第25の態様は、本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時期が通常の進角値に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていること特徴とするものである。なお、「通常の進角値」とは、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期よりも遅角しかつ上死点よりも前である点火時期を意味する。

【0034】本発明の第26の態様は、本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期よりも遅角しかつ上死点よりも前である時期に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていること特徴とするものである。

【0035】本発明の第27の態様は、本発明の第26の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときにおいて、エンジン出力が所定値未満のときには点火時期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期よりも遅角しかつ上死点よりも前である時期に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていること特徴とするものである。

【0036】本発明の第28の態様は、本発明の第27

の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときにおいて、エンジン出力が上記所定値以上となったときには点火時期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期に戻されるように点火時期可変手段を制御するようになっていること特徴とするものである。

【0037】本発明の第29の態様は、本発明の第26の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときにおいて、エンジン出力が所定値未満のときには点火時期が上死点後に設定される一方、エンジン出力が上記所定値以上となったときには点火時期が上死点前に設定されるように点火時期可変手段を制御するようになっていること特徴とするものである。

【0038】本発明の第30の態様は、本発明の第29の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、車両走行開始後において点火時期が上死点後に設定される場合には、エンジン出力が大きくなるほど点火時期の遅角量が減少するように点火時期可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0039】本発明の第31の態様は、本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が時間遅れを伴って停止されるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0040】本発明の第32の態様は、本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が停止に至るまで徐々に減少させられるように吸入空気量可変手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0041】本発明の第33の態様は、本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、車両が走行を開始した後再び停止した場合において触媒コンバータ内の触媒が活性温度に達していないときには再び所定の期間だけ、点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進されるように混合気燃焼促進手段を制御するようになっていることを特徴とするものである。

【0042】本発明の第34の態様は、本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、混合気燃焼促進手段が、気筒内での乱流の生成を促進することによって混合気の燃焼を促進するようになっている乱流生成促進手段であることを特徴とするものである。

【0043】本発明の第35の態様は、本発明の第31

の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、乱流生成促進手段が、気筒内にスワールを生成するスワール生成手段であることを特徴とするものである。

【0044】本発明の第36の態様は、本発明の第35の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、スワール生成手段が、開閉弁を備えない第1吸気ポートと、開閉弁を備えた第2吸気ポートとを有し、開閉弁の開度を変化させることによって気筒内にスワールを生成するようになっていることを特徴とするものである。

【0045】本発明の第37の態様は、本発明の第35の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、スワール生成手段が、スワール比が1.0以上のスワールを気筒内に生成するようになっていることを特徴とするものである。

【0046】本発明の第38の態様は、本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、乱流生成促進手段が、気筒内にタンブルを生成するタンブル生成手段であることを特徴とするものである。

【0047】本発明の第39の態様は、本発明の第38の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、タンブル生成手段が、タンブル比が1.5以上のタンブルを気筒内に生成するようになっていることを特徴とするものである。

【0048】本発明の第40の態様は、本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、乱流生成促進手段が、吸気通路から気筒内へ流入する空気の流速を高める低リフト型の吸気弁構造であることを特徴とするものである。

【0049】本発明の第41の態様は、本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、混合気燃焼促進手段が、燃料を空気と混合した上で吸気通路に噴射する空気混合式燃料噴射弁であることを特徴とするものである。

【0050】本発明の第42の態様は、本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、混合気燃焼促進手段が、点火エネルギーが高い点火装置であることを特徴とするものである。

【0051】本発明の第43の態様は、本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、一定時間経過後に排気ガス昇温促進期間を終了させるようになっていることを特徴とするものである。

【0052】本発明の第44の態様は、本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、触媒コンバータより下流側の排気ガス温度が所定値まで上昇したときに、排気ガス昇温促進期間を終了させるようになっていることを特徴とするものである。

【0053】本発明の第45の態様は、本発明の第1～

第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置において、エンジン制御手段が、エンジン水温が所定値まで上昇したときに、排気ガス昇温促進期間を終了させるようになっていることを特徴とするものである。

【0054】本発明の第46の態様は、排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータを用いて排気通路内の排気ガスを浄化するようにした往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化方法において、エンジンを冷機状態で始動させるときには、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、混合気の燃焼性を高めつつ点火時期を上死点後に設定し、エンジンの回転安定性を保持しつつ排気ガス温度の上昇を促進するようにしたことを特徴とするものである。

【0055】本発明の第47の態様は、排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータを用いて排気通路内の排気ガスを浄化するようにした往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化方法において、エンジンを冷機状態で始動させるときには、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、混合気の燃焼性を高めつつ点火時期を上死点後に設定し、かつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるようにし、エンジンの回転安定性を保持しつつ排気ガス温度の上昇を促進するようにしたことを特徴とするものである。

【0056】本発明の第48の態様は、本発明の第46又は第47の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化方法において、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比を13.5～18.0の範囲内に設定するようにしたことを特徴とするものである。

【0057】本発明の第49の態様は、本発明の第46又は第47の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化方法において、排気ガス昇温促進期間中は、排気通路に供給される2次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比が14.5以上となるように気筒内空燃比を設定するようにしたことを特徴とするものである。

【0058】本発明の第50の態様は、排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータを用いて排気通路内の排気ガスを浄化するようにした往復動ピストン式エンジンの排気ガス浄化方法において、エンジンを冷機状態で始動させるときには、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期を上死点後に設定して排気ガス温度の上昇を促進するようにしたことを特徴とするものである。

【0059】本発明の第1の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は点火時期が上死点後に設定されるので、膨張行程に入ってはじめて混合気に着火し、その後燃焼が開始されることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中のエンジン軸

動力(正味出力)に変換される割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気燃焼促進手段によって混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはならない。

【0060】本発明の第2の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定され、かつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降に作りだされるので、混合気の燃焼が膨張行程の中期以降で生じることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中の正味出力に変換される割合が低くなり、かつ燃焼室を構成する壁面、とくにその大半の面積を占める天井壁面(シリンダヘッド下面)との排気ガス排出までの熱交換時間が短くなってエンジン本体との熱交換(冷却損失)割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気燃焼促進手段によって混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはならない。

【0061】本発明の第3の態様によれば、基本的には本発明の第1又は第2の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比 $A/F$ が13.5～18.0の範囲内に設定されるので、気筒内空燃比 $A/F$ が12～13に設定される従来のエンジンに比べて、燃料の気化に要する潜熱あるいは燃料の昇温に要する顕熱が少なくなり、その分排気ガス温度が高められる。また、冷間始動時においては空燃比が従来のエンジンよりはリーン側に設定されることになるので、HCの発生率が低くなる。

【0062】本発明の第4の態様によれば、基本的には本発明の第3の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、空気過剰率が1以上とされるので、すなわち空燃比が理論空燃比以上(リーン)とされるので、燃料の気化あるいは昇温に要する熱がさらに少なくなり、排気ガス温度が高められる。また、冷間始動時におけるHCの発生率がさらに低くなる。

【0063】本発明の第5の態様によれば、基本的には本発明の第1又は第2の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、触媒コンバートより上流側の排気通路に2次エアが供給されるので、この2次エアと、点火時期の上死点後の遅角設定による昇温された排気ガス(熱)とによって排気ガス中の未燃焼燃料が燃焼させられ、さらにその燃焼熱によって排気ガス温度が一層高められる。また、排気ガス昇温促進期間中は、2次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比(排気空燃比)が14.5以上、すなわちほぼ理論空燃比以上(リーン)とされるので、未燃焼燃料が確実に燃焼させられ、排気ガス温度が確実に高められる。

【0064】本発明の第6の態様によれば、基本的には本発明の第1～第5の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後で点火時期が上死点後に設定されるので、点火時期が上死点後に設定される時点ではエンジンの回転が十分に安定する。

【0065】本発明の第7の態様によれば、基本的には本発明の第6の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後、所定期間だけ時間遅れを伴って点火時期が上死点後に設定されるので、エンジンの回転安定性が一層高められる。

【0066】本発明の第8の態様によれば、基本的には本発明の第6の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった直後に点火時期が上死点後に設定されるので、排気ガス温度の上昇が促進される。

【0067】本発明の第9の態様によれば、基本的には本発明の第1～第7の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がる前の完爆状態となるまでは始動進角が通常運転時の点火時期よりも進角側に設定され、混合気の着火性・燃焼性が高められるので、エンジンが迅速に自力回転できるようになる。

【0068】本発明の第10の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジンのクランキング後において完爆状態となった後エンジンが吹き上がるまでは点火時期が始動進角よりも進角側に設定され、混合気の着火性・燃焼性が高められるので、エンジンを迅速に吹き上げることができるようになる。

【0069】本発明の第11の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じ

る。さらに、エンジンが吹き上がるまでは点火時期が通常運転時と同様となるので、エンジンの回転が安定する。

【0070】本発明の第12の態様によれば、基本的には本発明の第9の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、完爆後に吸入空気量が増やされるので、エンジンの吹き上がりが迅速化される。

【0071】本発明の第13の態様によれば、基本的には本発明の第10の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジンが吹き上がるまでは吸入空気量が一定となるので、エンジンの吹き上がりが円滑化される。

【0072】本発明の第14の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間の途中で空燃比のフィードバック制御が開始されるので、空燃比のリッチ化が防止され、排気ガスの昇温が迅速化されるとともにHC排出量が低減される。

【0073】本発明の第15の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジン始動開始時のエンジン水温に基づいて排気ガス昇温促進期間中における点火時期の遅角量が設定されるので、エンジンの冷機状態に応じた適切な遅角量とすることができる。

【0074】本発明の第16の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジン始動開始時のエンジン水温に基づいて排気ガス昇温促進期間中における吸入空気量が設定されるので、エンジンの冷機状態に応じた適切な吸入空気量とすることができる。

【0075】本発明の第17の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、時々刻々のエンジン水温に応じて排気ガス昇温促進期間中における点火時期の遅角量の減少量が制御されるので、点火時期の遅角量がエンジンの時々刻々の運転状態（冷機状態）に応じた適切なものとなる。

【0076】本発明の第18の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、時々刻々のエンジン水温に応じて排気ガス昇温促進期間中における吸入空気量の減少量が制御されるので、該吸入空気量がエンジンの時々刻々の運転状態（冷機状態）に応じた適切なものとなる。

【0077】本発明の第19の態様によれば、基本的には本発明の第1～第5の態様のいずれか1つにかかるエ

ンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、吸入空気量の増減によりエンジン回転数が所定の回転数に維持されるので、排気ガス昇温促進期間中のトルク変動が小さくなる。

【0078】本発明の第20の態様によれば、基本的には本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に維持されるので、気筒内での発熱量が大きくなり、排気ガス温度がなお一層高められる。

【0079】本発明の第21の態様によれば、基本的には本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、点火時期がさらに遅角側に設定され、これによってエンジン回転数が低下させられるので、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなる。

【0080】本発明の第22の態様によれば、基本的には本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、吸入空気量が減少させられ、これによってエンジン回転数が低下させられるので、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなる。

【0081】本発明の第23の態様によれば、基本的には本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、点火時期がさらに遅角側に設定され、かつ吸入空気量が減少させられ、これらによってエンジン回転数が低下させられるので、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなる。

【0082】本発明の第24の態様によれば、基本的には本発明の第23の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、回転低下幅が大きい吸入空気量の減少が早く実施される一方、点火時期の遅角期間が比較的長くなるので、エンジン回転数が迅速に低下させられてエンジン騒音が低減されるとともに、排気ガス温度の上昇が迅速化される。

【0083】本発明の第25の態様によれば、基本的には本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時期が通常の進角値に戻されるので、該エンジンを搭載した車両の発進性ないしは走行性が高められる。

【0084】本発明の第26の態様によれば、基本的には本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時

期が、排気ガス昇温促進期間外の同一運転状態における点火時期（以下、これを「通常進角値」という）よりも遅角し、かつ上死点前のタイミングに設定されるので、該エンジンを搭載した車両の発進性ないしは走行性が高められる。つまり、車両走行開始後に、エンジン負荷が上昇し、燃料供給量が増加し、HCの絶対排出量が増加することになるが、点火時期を通常進角値よりも多少遅角させることによりHC排出量を低減することができる。さらに、エンジン負荷の増加による発熱増加と点火時期の上記遅角による効果とにより、排気ガスの昇温を一層促進することができる。

【0085】本発明の第27の態様によれば、基本的には本発明の第26の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジン出力が所定値未満のときには点火時期が通常進角値よりもやや遅角されるだけであるので、排気ガス昇温を促進しつつ車両の発進性を高めることができる。

【0086】本発明の第28の態様によれば、基本的には本発明の第27の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジン出力が所定値以上のときには点火時期が通常進角値に戻されるので、エンジン出力が十分に高められ、車両の走行性が一層高められる。なお、エンジン出力が高いときには、その分発熱量が多いので、排気ガスの昇温が促進され、エミッション性能が高められる。

【0087】本発明の第29の態様によれば、基本的には本発明の第26の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始した場合において、エンジン出力が高いときには点火時期が上死点前に設定されるので、車両の走行性が良くなる。他方、エンジン出力が低いときには点火時期が上死点後まで遅角され、排気ガス温度の上昇が迅速化される。

【0088】本発明の第30の態様によれば、基本的には本発明の第29の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、エンジン出力が高いときほど点火時期の遅角量が少なくなるので、エンジン出力を確保しつつ排気ガス温度の上昇を迅速化することができる。

【0089】本発明の第31の態様によれば、基本的には本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が時間遅れを伴って停止されるので、車両発進時における吸入空気量の急減が起こらない。

【0090】本発明の第32の態様によれば、基本的には本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには、吸入

空気量可変手段による空気供給が停止に至るまで徐々に減少させられるので、車両発進時における吸入空気量の急減が起こらない。

【0091】本発明の第33の態様によれば、基本的には本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始した後再び停止した場合において、触媒コンバータ内の触媒が活性温度に達していないときには再び所定の期間だけ、点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進される。

【0092】本発明の第34の態様によれば、基本的には本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、乱流生成促進手段によって気筒内での乱流の生成が促進されるので、これによって混合気の着火性・燃焼性が高められる。

【0093】本発明の第35の態様によれば、基本的には本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、スワール生成手段によって気筒内での乱流の生成が促進されるので、これによって混合気の着火性・燃焼性が高められる。

【0094】本発明の第36の態様によれば、基本的には本発明の第35の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、スワール生成手段が、開閉弁を備えない第1吸気ポートと、開閉弁を備えた第2吸気ポートとを備えていて、開閉弁の開度を変化させることによって気筒内にスワールを生成するようになっているので、簡素な構造でもって気筒内に強いスワールが生成され、これによって混合気の着火性・燃焼性がさらに高められる。

【0095】本発明の第37の態様によれば、基本的には本発明の第35の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、スワール生成手段が、スワール比が1.0以上の強いスワールを気筒内に生成するようになっているので、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められる。

【0096】本発明の第38の態様によれば、基本的には本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、タンブル生成手段によって気筒内での乱流の生成が促進されるので、これによって混合気の着火性・燃焼性が高められる。

【0097】本発明の第39の態様によれば、基本的には本発明の第38の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、タンブル生成手段が、タンブル比が1.5以上の強いタンブルを気筒内に生成するようになっているので、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められる。

【0098】本発明の第40の態様によれば、基本的には本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、低リフト型の吸気弁構造によって吸気通路から気筒内へ流入する空気の流速が高められ、これによって気筒内での混合気の着火性・燃焼性が高められる。

【0099】本発明の第41の態様によれば、基本的には本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、空気混合式燃料噴射弁によって燃料が空気と混合された上で吸気通路に噴射されるので、混合気の形成が促進され、これによって気筒内での混合気の着火性・燃焼性が高められる。

【0100】本発明の第42の態様によれば、基本的には本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、混合気の点火エネルギーが高くなるので、これによって気筒内での混合気の着火性・燃焼性が高められる。

【0101】本発明の第43の態様によれば、基本的には本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、一定時間経過後に排気ガス昇温促進期間が単純に終了させられるので、エンジン制御装置ないしはその制御ロジックが簡素化される。

【0102】本発明の第44の態様によれば、基本的には本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、触媒コンバータより下流側の排気ガス温度が所定値まで上昇したときに排気ガス昇温促進期間が終了させられるので、排気ガス浄化用触媒が確実に活性化されるまで排気ガス温度が高められ、また該触媒が活性化された後は迅速にエンジンの正味出力が高められる。

【0103】本発明の第45の態様によれば、基本的には本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス温度と相関性をもつエンジン水温が所定値まで上昇したときに排気ガス昇温促進期間が終了させられるので、排気ガス浄化用触媒が確実に活性化されるまで排気ガス温度が高められ、また該触媒が活性化された後は迅速にエンジンの正味出力が高められる。また、排気ガス温度検出センサを設ける必要がなくなり、部品点数が低減される。

【0104】本発明の第46の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は点火時期が上死点後に設定されるので、膨張行程に入ってはじめて混合気に着火し、その後燃焼が開始されることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中のエンジン軸動力(正味出力)に変換される割合が低くなり、その

結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはならない。

【0105】本発明の第47の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定され、かつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるので、混合気の燃焼が膨張行程の中期以降で生じることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中の正味出力に変換される割合が低くなり、かつ燃焼室を構成する壁面、とくにその大半の面積を占める天井壁面(シリンダヘッド下面)との排気ガス排出までの熱交換時間が短くなってエンジン本体との熱交換(冷却損失)割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはならない。

【0106】本発明の第48の態様によれば、基本的には本発明の第46又は第47の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化方法の場合と同様の作用が生じる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比 $A/F$ が13.5～18.0の範囲内に設定されるので、気筒内空燃比 $A/F$ が12～13に設定される従来のエンジンに比べて、燃料の気化に要する潜熱あるいは燃料の昇温に要する顕熱が少なくなり、その分排気ガス温度が高められる。また、冷間始動時においては空燃比が従来のエンジンよりはリーン側に設定されることになるので、HCの発生率が低くなる。

【0107】本発明の第49の態様によれば、基本的には本発明の第46又は第47の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化方法の場合と同様の作用が生じる。さらに、触媒コンバータより上流側の排気ガスに2次エアが供給されるので、この2次エアと、点火時期の上死点後の遅角設定による昇温された排気ガス(熱)とによって排気ガス中の未燃焼燃料が燃焼させられ、さらにその燃焼熱によって排気ガス温度が一層高められる。また、排気ガス昇温促進期間中は、2次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比(排気空燃比)が14.5以上、すなわちほぼ理論空燃比以上(リーン)とされるので、未燃焼燃料が



確実に燃焼させられ、排気ガス温度が確実に高められる。

【0108】本発明の第50の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は点火時期が上死点後に設定されるので、膨張行程に入ってはじめて混合気に着火し、その後燃焼が開始されることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中のエンジン軸動力(正味出力)に変換される割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。

【0109】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体的に説明する。まず、図1を参照しつつ本発明にかかる排気ガス浄化装置を備えた往復動ピストン式エンジンの全体的な構成、機能等について説明する。図1に示すエンジンCEにおいて、1はエンジン本体であり、その各気筒(1つのみ図示)には夫々燃焼室2が設けられている。これらの各燃焼室2には夫々第1,第2吸気ポート3,4から混合気が供給され、この混合気の燃焼によって生じる排気ガスは燃焼室2内から第1,第2排気ポート5,6を介して排気通路60に排出されるようになっている。ここで、第1,第2吸気ポート3,4は夫々第1,第2吸気弁7,8によって所定のタイミングで開閉され、他方第1,第2排気ポート5,6は夫々第1,第2排気弁9,10によって所定のタイミングで開閉されるようになっている。

【0110】燃焼室2に供給された混合気は、ピストン11によって圧縮された後、点火プラグ12(図3参照)によって所定のタイミング(クランク角)で点火されるようになっている。ここで、点火プラグ12の点火時期(クランク角)は点火機構Fにより自在に変えられるようになっている。この点火機構Fは、少なくともTDC(上死点)より所定量進角したタイミングであるMBT(最大トルク生成タイミングないし正味出力が大きいタイミング)から、TDC以降の大幅に遅角されたタイミング(例えば、上死点後30°CA)までの広い範囲にわたって点火時期を任意に設定することができるようになっている。なお、点火機構Fは、特許請求の範囲に記載された「点火時期可変手段」に相当する。

【0111】エンジンCEの各気筒に燃料燃焼用のエアを供給する吸気系13には、吸気マニホールド14と、該吸気マニホールド14の上流端に接続される共通吸気通路15とが設けられ、共通吸気通路15には上流側から順にエアクリーナ16と、熱線式エアフローセンサ17と、スロットル弁18とが配設されている。さらに、この吸気系13には、スロットル弁18をバイパスする吸気バイパス通路19が設けられている。この吸気バイパス通路19には、アイドル時等において吸入空気量を調節するためのやや小径のISC通路20と、排気昇温

用のやや大径のエア通路21とが含まれている。そして、ISC通路20には、後で説明するコントロールユニットC(ECU)によってデューティ制御されISC通路20内の空気流量(バイパスエア量)をコントロールするISCバルブ22が設けられている。また、エア通路21には、冷間始動時等の所定の運転状態ではコントロールユニットCによってデューティ制御されエア通路21内の空気流量(バイパスエア量)をコントロールするエアバルブ23が設けられている。なお、バイパスエア供給系統を、アイドル制御用のISC通路20と、排気昇温用のエア通路21と、エンジン水温が低いときすなわち冷機時に吸入空気量を増量するための冷機時用エア通路(図示せず)の3系統としてもよい。この場合、エア通路21の通路断面積が最も大きい値とされ、ISC通路20の通路断面積がこれに次いで大きい値とされ、冷機時用エア通路の通路断面積が最も小さい値とされる。

【0112】ISCバルブ22あるいはエアバルブ23を開閉してISC通路20あるいはエア通路21内を流れるエア量(バイパスエア量)を調節することにより、アイドル時等におけるエンジン回転数を所望の値に保持することができるようになっている。そして、ISCバルブ22及びエアバルブ23は、コントロールユニットCによって制御されるようになっているので、アイドル時等におけるエンジン回転数はコントロールユニットCにより任意の値に設定することができることになる。なお、これらの吸気バイパス通路19、ISC通路20、エア通路21、ISCバルブ22、エアバルブ23等からなるバイパスエア供給系統は、特許請求の範囲に記載された「吸入空気量可変手段」に相当する。

【0113】第1吸気ポート3には該ポート3内のエア中に燃料を噴射するインジェクタ24(燃料噴射弁)が設けられている。他方、第2吸気ポート4にはこれを開閉する開閉弁25が設けられている。この開閉弁25は負圧応動式のアクチュエータ26により作動させられるようになっている。アクチュエータ26に対しては、吸気マニホールド14内に形成されたサージタンク27から導入される負圧を蓄えるバキュームタンク28と、このバキュームタンク28とアクチュエータ26との間の負圧供給通路に介設されアクチュエータ26に対する負圧の給排を行う電磁弁29とが設けられている。

【0114】インジェクタ24の燃料噴射量及び燃料噴射タイミング(クランク角)は、コントロールユニットCによってエンジンCEの運転状態に応じて制御されるようになっている。ここで、コントロールユニットCは、エアフローセンサ17によって検出される吸入空気量に基づいてインジェクタ24の燃料噴射量を制御し、燃焼室2に供給される混合気の空燃比A/Fを任意の値に設定することができるようになっている。なお、以下においては、この空燃比を、後記の2次エア供給後空燃比又は排気空燃比と区別する必要があるときには「気筒内空



燃比」ということがある。なお、インジェクタ24は特許請求の範囲に記載された「空燃比可変手段」に相当する。

【0115】インジェクタ24は、その噴射口近傍にミキシングエアを供給することにより燃料を微粒化するようにしたいわゆるAMI（エアミクスチャータイプインジェクタ）である。このインジェクタ24に対して、燃料タンク30から燃料ポンプ31とフィルタ32とを介して燃料を供給する燃料供給通路33、プレッシャレギュレータバルブ34が介設された燃料リターン通路35等からなる燃料供給系が設けられるとともに、ミキシングエア供給系及び蒸発燃料供給系が設けられている。

【0116】詳しくは図示していないが、このAMIないしは燃料供給系においては、各気筒の第1吸気ポート3に対してそれぞれインジェクタ24が設けられ、これらのインジェクタ24に対するミキシングエア供給系にはエア制御バルブ36を備えたAMI用エア供給通路37が設けられている。このAMI用エア供給通路37においては、その上流端が吸気バイパス通路19に接続され、その下流側が分岐して各気筒のインジェクタ24に接続されている。エア制御バルブ36はコントロールユニットCによって運転状態に応じて開閉され、例えばエンジンCEの暖機完了後においては、アイドル時及び高負荷時には閉じられ、それ以外のときには開かれてミキシングエアがインジェクタ24供給されるようになっている。なお、このインジェクタ24(AMI)は、特許請求の範囲に記載された「空気混合式燃料噴射弁」に相当する。

【0117】また、蒸発燃料供給系には、燃料タンク30から蒸発した燃料ペーパーを捕集するキャニスタ41と、該キャニスタ41から延びるパージ通路42とが設けられ、このパージ通路42にパージソレノイドバルブ43が介設されている。上記パージ通路42はAMI用エア供給通路37の分岐点上流に形成されたミキシングチャンバー40に接続されている。ここで、キャニスタ41に捕集(トラップ)された蒸発燃料は、パージソレノイドバルブ43が開かれたときにパージ通路42を介して各インジェクタ24の噴射口近傍に供給され、吸気行程中に燃料噴霧とともに各気筒の燃焼室2に供給される。

【0118】パージソレノイドバルブ43は、所定のパージ実行条件成立時に駆動されるものであって、所定のパージ量が得られるようにエンジンCEの運転状態に応じてコントロールユニットCによって制御される。パージ量は、エンジンCEの空燃比が理論空燃比に設定される運転領域では、エンジン回転数や負荷に関係なく一律(例えばデューティ比20%)に設定される。他方、空燃比がリーン側に設定されるリーンバーン運転時には、理論空燃比設定の燃料領域における場合よりもパージ量が少なく、かつその減量割合が低吸入空気量側ほど大き

くなるように、エアフローセンサ17の出力及びエンジン回転数に応じてパージソレノイドバルブ43が制御される。

【0119】このようにインジェクタ24に対してAMIを設けると、燃料が微粒化され、これによって混合気が均質化され、混合気の着火性・燃焼性が高められるとともに、リーンバーン運転時にはNOx発生率が低減される。

【0120】また、詳しくは図示していないが、点火プラグ12に混合気点火用の電力を供給する点火機構Fは、点火エネルギーを高く設定することができる点火システムとされている。具体的には、普通のエンジンと比較して、イグニッションコイルの特性変更により点火エネルギーを増大させるとともに、低抵抗タイプのハイテンションコードを用いて伝達ロスを低減し、放電時間を1.5倍程度に延長させたものを用いている。また、点火プラグ12には高いエネルギーに耐える白金プラグを用いている。かかる構成により、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められる。

【0121】ところで、エンジンCEの排気系には、排気ガス中のO<sub>2</sub>濃度を検出するリニアO<sub>2</sub>センサ44と、排気ガス浄化用触媒を備えた触媒コンバータ45と、該触媒コンバータ45よりも上流側の排気通路60に2次エアを供給する2次エア供給通路61と、2次エア供給量を増減させることができるリードバルブ62とが設けられている。ここで、リニアO<sub>2</sub>センサ44の出力信号はコントロールユニットCに入力され、コントロールユニットCではこのO<sub>2</sub>濃度に基づいて混合気の実燃比が演算されるようになっている。リードバルブ62はコントロールユニットCによって制御されるようになっており、したがって2次エア供給量はコントロールユニットCによって制御されることになる。なお、2次エア供給通路61及びリードバルブ62からなる組立体は、特許請求の範囲に記載された「2次エア供給手段」に相当する。

【0122】2次エアは、排気ガス中の未燃焼成分(未燃焼燃料等)を燃焼させるために供給されるが、このように排気通路60に2次エアが供給され、排気ガス中の未燃焼成分が燃焼させられるとその燃焼熱により排気ガス温度が高められることになる。なお、以下では便宜上、この2次エアを燃焼室2への吸入空気を含めて算出される仮想的な空燃比、すなわち燃焼室2への吸入空気量と2次エア供給量の合計を燃料供給量で割った値を、「2次エア供給後空燃比」又は「排気空燃比」ということにする。

【0123】触媒コンバータ45内に充填されている排気ガス浄化用触媒には、例えば白金、ロジウム、パラジウム等の貴金属触媒が酸化珪素等からなる担体に担持されてなる三元触媒が用いられている。なお、かかる排気ガス浄化用触媒は、所定の活性化温度(例えば、350

℃)以上にならないと十分な排気ガス浄化率が得られないといった特性をもつ。

【0124】なお、排気ガス浄化用触媒として、以下で説明するような触媒(以下、これを新三元触媒という)を用いてもよい。すなわち、新三元触媒は、理論空燃比よりもリーンな空燃比でも $\text{NO}_x$ を還元する機能を有するものである。具体的には、この新三元触媒は、活性種担持母材に、貴金属が活性種として担持されたものであり、好ましくはゼオライトを活性種担持母材とし、これによってイリジウム及び白金が活性種として担持され、あるいはイリジウム、白金及びロジウムが活性種として担持されたものである。

【0125】かかる新三元触媒によれば、リーン空燃比においても良好な $\text{NO}_x$ 浄化作用が得られるが、その排気ガス浄化メカニズムはおよそ次のとおりである。すなわち、普通の三元触媒による場合は、理論空燃比においては排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ を酸化させるのに排気ガス中の酸素だけでは足りないので、 $\text{NO}_x$ 中の酸素が奪われこれによって $\text{NO}_x$ が分解される。しかしながら、リーンな空燃比では、排気ガス中に多量の酸素が存在しているため、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ がこの酸素と反応し、 $\text{NO}_x$ は酸素が奪われないうま外部に排出されてしまう。

【0126】これに対して、新三元触媒の場合は、母材として用いられるゼオライトが多孔質であるためにその細孔内に $\text{HC}$ が多く捕獲されるとともに、このゼオライトに担持された活性貴金属に $\text{NO}_x$ が多く吸着される。そして、排気ガス中に酸素が多量に存在している状態でも、このゼオライトに捕獲された $\text{HC}$ は、これに隣合って吸着されている $\text{NO}_x$ と反応するため、 $\text{NO}_x$ から酸素が奪われる。このため、リーンな空燃比でも高い $\text{NO}_x$ 浄化作用が得られる。この場合、イリジウムは活性貴金属を微細化させる作用を有し、該触媒の浄化率及び耐久性を向上させる。

【0127】上記排気系統においては、排気通路60に1つのアンダーフットタイプの触媒コンバータ45が設けられ、該触媒コンバータ45に2次エアが供給されるようになっており、また $\text{O}_2$ センサ44がリニア $\text{O}_2$ センサとされている。しかしながら、排気系統をこのような構造ではなく、例えば図28に示すような構造としてもよい。すなわち、図28に示す排気系統においては、排気通路60の上流部すなわちエンジン本体1に近い位置にプリ触媒コンバータ80が配設されている。つまり、プリ触媒コンバータ80は排気マニホールドに直付けされている。そして、このプリ触媒コンバータ80のすぐ上流側の排気通路60に $\lambda \text{O}_2$ センサ81が臨設されている。この $\lambda \text{O}_2$ センサ81は、ヒータ内蔵タイプのヒータード $\lambda \text{O}_2$ センサとされている。この排気系統においては2次エア供給機構は設けられていない。プリ触媒コンバータ80に用いられている排気ガス浄化触媒は、触媒コンバータ45と同様の三元触媒である。な

お、 $\lambda \text{O}_2$ センサとは、空燃比が理論空燃比よりもリッチであるかリーンであるかを判定することはできるが、空燃比の値をリニアには検出することができないタイプの $\text{O}_2$ センサである。

【0128】図28に示す排気系統においては、プリ触媒コンバータ80が排気通路60の上流部に設けられているので、排気ガスがプリ触媒コンバータ80に入るまでの間にほとんどその温度が低下しない。したがって、この排気系統においては、かかるプリ触媒コンバータ80が設けられていない場合(図1参照)に比べて、排気ガス冷却が少ない分活性化に要する時間が短縮されて排気ガス浄化率が高められるので、後で説明する排気ガス温度昇温促進期間中における点火時期のリクード量(遅角量)をより小さくすることができ、エンジンの回転性ないしは安定性を高めることができる。

【0129】さらに、図28に示す排気系統においては、 $\lambda \text{O}_2$ センサ81がヒータード $\lambda \text{O}_2$ センサとされているので、センサ素子を早期に、ないしは迅速に活性化させることができる。したがって、この $\lambda \text{O}_2$ センサ81は後で説明する排気ガス昇温促進期間の途中で活性化する。なお、エンジン始動後において、 $\lambda \text{O}_2$ センサ81の出力が最初にリーンからリッチに反転したときに、該 $\lambda \text{O}_2$ センサ81が活性化したものと判定することができる。かくして、後で説明する排気ガス昇温促進期間の初期は空燃比のオープンループ制御を行い、その途中で $\lambda \text{O}_2$ センサ81が活性化した時点から空燃比のフィードバック制御を開始するようにすれば、排気ガス昇温促進期間中における空燃比の無用なリッチ化を防止することができ、これにより排気ガス昇温促進期間中における排気ガス昇温機能を一層高めることができるとともに、 $\text{HC}$ 排出量を一層低減することができる。

【0130】また、エンジンCEの各種運転状態等を検出するために、前記のエアフローセンサ17及びリニア $\text{O}_2$ センサ44のほかに、スロットル弁18の開度を検出するスロットル開度センサ46、スロットル弁18が全閉であるか否かを検出するアイドルスイッチ47、吸気温度を検出する吸気温度センサ48、エンジン水温を検出する水温センサ49、エンジンCEのノッキングを検出するノックセンサ50、排気温度を検出する排気温度センサ63等が設けられている。さらに、点火システムの一部をなすディストリビュータ51には、クランク角信号を出力するクランク角センサ52と、気筒判別信号を出力する気筒判別センサ53とが設けられている。なお、水温センサ49は、特許請求の範囲に記載された「暖機度合検出手段」に相当する。

【0131】これらの各種センサから出力される信号は、マイクロコンピュータを備えたエンジン制御用のコントロールユニットC(ECU)に入力されるようになっており、そして、コントロールユニットCは、上記の各種信号を制御情報として用い、点火機構F、ISCバル

ブ22、エアバルブ23、インジェクタ24、開閉弁25、電磁弁29、エア制御バルブ36、パーゾレノイドバルブ43等を制御するようになっている。具体的には、コントロールユニットCは、点火機構Fを介して点火時期を制御し、アイドル時等にはISCバルブ22及びエアバルブ23を介してバイパスエア量(吸入空気量)を増減させこれによってエンジン回転数を制御し、インジェクタ24を介して空燃比(燃料噴射量)及び燃料噴射タイミングを制御し、開閉弁25を開閉して燃焼室2内でのスワール強度及びタンブル強度(混合気の着火性・燃焼性)を制御し、エア制御バルブ36を介してインジェクタ24へのミキシングエアの給排を制御し、リードバルブ62を介して2次エア供給量を制御するようになっている。

【0132】次に、図2～図5を参照しつつ、燃焼室2内での乱流の生成を促進することにより混合気の着火性・燃焼性を高める具体的な機構、すなわち燃焼室2内にスワール(横渦)ないしはタンブル(縦渦)を生成させることにより、あるいは燃焼室2内に流入する混合気の流速を高めることにより混合気の着火性・燃焼性を高める機構の構成及び機能について説明する。なお、このように混合気の着火性・燃焼性が高められるので、後で説明するように冷間始動時において点火時期を上死点後まで大幅に遅角させた場合でも、エンジンCEの回転安定性が確保されトルク変動が抑制されることになる。

【0133】図2～図5に示すように、エンジンCEの各気筒(1つの気筒のみ図示)においては、前記したとおり、第1吸気ポート3に臨んで、コントロールユニットCによって燃料噴射量及び噴射タイミングが制御されるインジェクタ24が設けられ、他方第2吸気ポート4にはエンジンCEの運転状態に応じてコントロールユニットCによってその開度が制御される開閉弁25が設けられている。なお、第1、第2吸気ポート3、4の燃焼室2への開口部3a、4aには夫々バルブシート55、56が配設され、他方第1、第2排気ポート5、6の燃焼室2への開口部5a、6aには夫々バルブシート57、58が配設されている。

【0134】燃焼室2の天井面(シリンダヘッド下面部)には、夫々第1、第2吸気弁7、8によって開閉される第1、第2吸気ポート3、4と、夫々第1、第2排気弁9、10によって開閉される第1、第2排気ポート5、6とが開口している。ここで、第1、第2吸気ポート3、4の開口部3a、4aは夫々、平面視で燃焼室2(シリンダ)の吸気側半部(図2～図4では左半部)に配置され、第1、第2排気ポート5、6の開口部5a、6aは夫々、平面視で燃焼室2の排気側半部(図2～図4では右半部)に配置されている。また、平面視で燃焼室2の中心部より若干排気側となる位置に点火プラグ12が配置されている。なお、後で説明するように第1吸気ポート3は燃焼室2内にスワール比が1.0以上のスワールを生成させることがで

きるスワールポートであり、第2吸気ポート4は燃焼室2内にタンブル比が1.5以上のタンブルを生成させることができるタンブルポートである。

【0135】また、第1吸気弁7は、そのリフト量が比較的小さい低リフト型の吸気弁とされ、したがって第1吸気弁7と第1吸気ポート3との間の空隙部を通して燃焼室2内に流入する混合気の流速が高められ、これによって燃焼室2内での乱流の生成が促進されるようになっている。このため、混合気の着火性・燃焼性が高められる。なお、第2吸気弁8をも低リフト型の吸気弁としてもよい。

【0136】図2から明らかなとおり、第1吸気ポート3には、吸気流れ方向上流部において略直線状に伸長するストレート部3bと、下流端近傍において下方に湾曲する湾曲部3cとが設けられている。同様に、第2吸気ポート4にも、ストレート部4bと湾曲部4cとが設けられている。ここで、第1吸気ポート3のストレート部3bは、その軸線 $L_1$ と、シリンダ軸線 $L_2$ に直交する平面 $A_1$ (シリンダ横断面 $A_1$ )とが所定の角度 $\alpha$ (以下、これを第1吸気ポート傾斜角 $\alpha$ という)をはさむような位置関係で配設されている。また、第2吸気ポート4のストレート部4bは、その軸線 $L_3$ とシリンダ横断面 $A_1$ とが所定の角度 $\alpha'$ (以下、これを第2吸気ポート傾斜角 $\alpha'$ という)をはさむような位置関係で配設されている。

【0137】第1吸気弁7は、弁軸部7aと傘部7bとからなり、その弁軸部7aの軸線 $L_4$ とシリンダ軸線 $L_2$ とが所定の角度 $\theta$ (以下、これを吸気弁傾斜角 $\theta$ という)をはさむような位置関係で、かつ傘部7bの下面が燃焼室2の天井面(ペントルーフ)と平行となるような位置関係で配置されている。また傘部7bは、その上面と下面とがはさむ角度(バルブ傘角)が所定値 $\beta$ となるように形成されている。第1排気弁9は、弁軸部9aと傘部9bとからなり、弁軸部9aの軸線 $L_5$ とシリンダ軸線 $L_2$ とが所定の角度 $\theta'$ (以下、これを排気弁傾斜角 $\theta'$ という)をはさむような位置関係で、かつ傘部9bの下面が燃焼室2の天井面と平行になるような位置関係で配置されている。なお、一般に $L_1$ と $L_4$ とがはさむ角度 $\gamma$ はポート入射角とよばれ、 $\omega(\alpha' - \alpha)$ はポート角度差とよばれている。

【0138】図4及び図5から明らかなとおり、燃焼室2はペントルーフ型に形成され、燃焼室2の天井面59は、排気側ではシリンダ横断面 $A_1$ と角度 $\theta''$ をなすように形成されている。なお、図4及び図5において天井面59は等高線で示されている。ここで、第1排気弁9の傘部9bの下面もシリンダ横断面 $A_1$ と角度 $\theta''$ をなす。したがって、 $\theta'$ と $\theta''$ とは等しくなる。なお、かかるペントルーフ型の燃焼室2では、 $\theta''$ が比較的小さくなる。また吸気側でも天井面とシリンダ横断面 $A_1$ とがなす角度が比較的小さくなる。このため、第1、第2吸気弁7、8と第1、第2排気弁9、10とは、夫々弁軸部が

33

34

立つような位置関係で配置されている。

【0139】ここで、上記の $\alpha$ 、 $\theta$ 、 $\theta'$ ( $\theta''$ )、 $\beta$ は次の  
3つの不等式をすべて満たす範囲内において、所定の好\*

$$\beta > \theta \cdots \cdots \text{式1}$$

【数2】

$$\alpha < \theta' (= \theta'') \cdots \cdots \text{式2}$$

【数3】

$$\alpha \leq \theta \cdots \cdots \text{式3}$$

ここで、 $\beta > \theta$ とするのは、 $\beta$ が $\theta$ 以下になると、第1吸気ポート3から燃焼室2に流入する混合気が傘部7bの上面に衝突して流れ方向を変え、さらに燃焼室2の天井面に衝突するなどして、燃焼室2内への混合気の流入速度が低下し、スワールの生成が妨げられるからである。しかしながら、 $\beta$ をあまり大きくするのもまた好ましくない。 $\beta$ をあまり大きくすると第1吸気ポート3と傘部7bとの間の空隙部すなわち混合気の通路断面積が極端に小さくなって通気抵抗が増加するからである。

【0140】また、 $\alpha < \theta'$ ( $= \theta''$ )かつ $\alpha \leq \theta$ とするのは、 $\alpha$ をできるだけ小さくして、第1吸気ポート3から燃焼室2内に流入する混合気の水平方向の速度成分(シリンド横断面A<sub>1</sub>と平行な方向の成分)を増やし、スワールの生成を促進させるためである。つまり、式1~3を満たすことによって第1吸気ポート3から燃焼室2に流入する混合気がピストン下降時に天井面と干渉し合わず、かつ水平方向の速度成分が十分に確保され、燃焼室2内でのスワールの生成が促進されることになる。

【0141】かかる構成により、開閉弁25が閉じられ又は絞られている(部分的に開かれている)ときには、第1吸気ポート3から燃焼室2内に流入する混合気によって、燃焼室2内にスワール比が1.0以上の強いスワールが生成され、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められる。

【0142】スワール比とは、一般的には気筒内の混合気(吸入空気)の横渦の旋回数(回転数)をエンジン回転数で割った値で定義される。そして、混合気の横渦の旋回数は、例えば図6に示すようなボア径がDであるエンジンにおいては、シリンドヘッド下面F<sub>1</sub>から距離1.75Dだけ下※

$$SR = \eta v \cdot [D \cdot S \cdot \int (cf \cdot Nr \cdot d\alpha)] / [n \cdot d^2 \cdot (\int cf \cdot d\alpha)^2] \cdots \cdots \text{式4}$$

【数5】

$$Nr = 8 \cdot G / (M \cdot D \cdot V_o) \cdots \cdots \text{式5}$$

但し、

SR:スワール比

$\eta v$ :体積効率( $\eta v = 1$ )

D:ボア径

S:ストローク

n:吸気弁数

d:スロート径

\*ましい値に設定されている。

【数1】

※方の位置F<sub>2</sub>にインパルススワールメータ65を配置し、このインパルススワールメータ65に作用するトルク(インパルススワールメータトルク)を検出し、このインパルススワールメータトルクに基づいてよく知られた手法で算出する。なお、図6においてF<sub>2</sub>は下死点位置にあるピストン11の頂面を示している。

【0143】インパルススワールメータトルクは、次のような手順で測定される。すなわち、上記F<sub>2</sub>位置にインパルススワールメータ65を配置し、ピストン頂面に作用するスワールのエネルギーをインパルススワールメータ65で再現させることによって、通常時においてピストン頂面付近にどの程度の旋回エネルギーが存在するかを測定する。インパルススワールメータ65は多数のハニカムを備えていて、インパルススワールメータ65にスワールが作用すると、各ハニカムに夫々スワール流れ方向の力が作用し、各ハニカムにかかる力を積算することによって全体に作用するインパルススワールメータトルクGを算出する。

【0144】より詳しくは、吸気弁が開いてから下死点までの期間は燃焼室2内に混合気が吸入されていると仮定すると、この期間中は混合気が燃焼室2の内周面に沿って旋回し、下死点位置で該旋回速度が最大となる。したがって、吸気弁が開き始めてから下死点までの各クランク角毎の角運動量を積算すれば、スワール比が求まることになる。かかる知見に基づいて、本実施例においては、スワール比SRを次の式4及び式5のよって算出するようにしている。

【数4】

★cf:各バルブリフトに対する流量係数

Nr:各バルブリフトに対する無次元リグスワール値

$\alpha$ :クランク角

G:インパルススワールメータトルク

V<sub>o</sub>:速度ヘッド

【0145】なお、上記の式5は、次のような手順で誘導される。

$$G = I \cdot \omega r \cdots \cdots (1)$$

$$I = M \cdot D^2 / 8 \cdots \cdots (2)$$

$$(2) \text{を}(1) \text{に代入} \quad G = M \cdot D^2 \cdot \omega r / 8 \cdots \cdots (3)$$

(3)より

$$D \cdot \omega r = 8 \cdot G / (M \cdot D) \cdots \cdots (4)$$

ところで

$$Nr = D \cdot \omega r / V_0 \cdots \cdots (5)$$

(4)を(5)に代入  $Nr = 8 \cdot G / (M \cdot D \cdot V_0)$ 

ここで、 $\omega r$ はリグスワール値である。

【0146】他方、第2吸気ポート4においては、第2吸気ポート傾斜角 $\alpha'$ が比較的大きい値に設定され、開閉弁25の開弁時においては、第2吸気ポート4から燃焼室2内に流入する混合気は、比較的大きな下向きの速度成分をもつ。このため、第2吸気ポート4から燃焼室2内に流入する混合気によって、燃焼室2内にはタンブル比が1.5以上の強いタンブル(縦渦)が生成されることになる。かかるタンブルは、燃焼室2内での混合気の乱れを促進して該混合気の着火性・燃焼性を高めるとともに、ノッキングの発生を抑制する。例えば、中・高負荷領域では開閉弁25が開かれるが、かかる中・高負荷領域では一般的にはノッキングが発生しやすくなる。しかしながら、本実施例ではタンブルによってノッキングの発生が防止される。

【0147】タンブル比RTは、一般的には気筒内の混合気の縦渦の旋回数をエンジン回転数で割った値で定義されるが、その具体的な算出手法は前記のスワール比の算出手法と実質的には同様である。

【0148】図3から明らかなおと、平面視では、第1吸気ポート3の開口部3aが燃焼室2の外周に向かって開口する一方、第2吸気ポート4の開口部4aが燃焼室2の概ね中心部に向かって開口している。このため、第1吸気ポート3によってスワールの生成がさらに促進される一方、第2吸気ポート4によってタンブルの生成がさらに促進される。なお、かかる構成により第2吸気ポート4側での逆スワールの生成が抑制される。かくして、燃焼室2内には、基本的には図5中の矢印X<sub>1</sub>で示すようなスワール比が1.0以上のスワールと、矢印X<sub>2</sub>で示すようなタンブル比が1.5以上のタンブルとが生成され、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められる。

【0149】ところで、エンジンCEにおいては、冷間始動時には触媒コンバータ45内に充填された排気ガス浄化用触媒をその活性化温度まで迅速に昇温させて排気ガス浄化率(エミッション性能)を高めるといった制御(以下、これを触媒活性化促進制御という)が、コントロールユニットCによって行われるようになっているが、以下かかる触媒活性化促進制御の制御方法については排気ガス浄化方法について説明する。この触媒活性化促進制御においては、コントロールユニットCは、個々には、前記の各種センサの出力信号を制御情報として用いて、点火機構F(点火プラグ12)、ISCバルブ22、エアバルブ23、インジェクタ24(AMI)、開閉弁25、電磁弁29、エア制御バルブ36等を制御するようになっている。具体的には、コントロールユニットCは、点火機構Fを介して点火プラグ12の点火時期を制御し、ISCバルブ22及びエアバルブ23を介してバイパス

エア量を増減させこれによってエンジン回転数を制御し、インジェクタ24を介して空燃比(燃料噴射量)を制御し、開閉弁25を開閉して燃焼室2内でのスワール強度及びタンブル強度を制御し、エア制御バルブ36を介してインジェクタ24(AMI)へのミキシングエアの給排を制御し、リードバルブ62を介して排気通路60内の排気ガスへの2次エア供給量を制御するようになっている。

【0150】まず、この触媒活性化促進制御の基本概念について説明する。すなわち、この触媒活性化促進制御においては、エンジンCEの冷間始動時には、コントロールユニットCで、点火時期、空燃比、エンジン回転数(バイパスエア量)、2次エア供給量、燃焼室内での乱流強度(スワール強度、タンブル強度等)、ミキシングエアの給排、点火エネルギー等を好ましく制御することによって、EHCあるいはアフターバーナなどといった触媒昇温用の加熱装置を排気系に設けずに、エンジンCEの回転安定性を確保しつつすなわちトルク変動を抑制しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に(例えば、エンジン始動開始後20秒以内に)活性化温度(例えば、350℃)以上の温度に昇温させるようにしている。なお、エンジンCEが冷機状態にあるか否か(冷間始動時であるか否か)は、水温センサ49によって検出されるエンジン水温が設定値以下であるか否かにより判定される。

【0151】ここで、エンジンCEの冷間始動時における排気ガス温度を左右する因子は、基本的には点火時期、空燃比、エンジン回転数(バイパスエア量)及び2次エア供給量である。すなわち、点火時期を遅角させれば排気ガス温度を高めることができ(図7、図8、図13参照)、空燃比を理論空燃比付近に設定すれば排気ガス温度を高めることができ(図13参照)、エンジン回転数(バイパスエア量)を高めれば排気ガス温度を高めることができ(図8参照)、触媒コンバータ45より上流の排気通路60に2次エアを供給すれば排気ガス温度を高めることができる(図14参照)。

【0152】しかしながら、点火時期を上死点後まで大幅に遅角させると、混合気の着火性・燃焼性が低下し、エンジンの回転安定性が低下してトルク変動が生じやすくなる。そこで、この実施の形態では、スワールの生成を促進したり(スワール比が1.0以上)、タンブルの生成を促進したり(タンブル比が1.5以上)、燃焼室2への吸気流速を高めたり、インジェクタ24(AMI)にアシストエアを供給したり、あるいは点火プラグ12の点火エネルギーを高めたりすることによって混合気の着火性・燃焼性を大幅に高め、エンジンCEの回転安定性を確保してトルク変動を効果的に抑制するようにしている。

【0153】このように、エンジンCEの冷間始動時に

において排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させようとする動機の一つは、米国におけるエミッション規制の強化である。すなわち、この米国におけるエミッション規制では、近い将来において、HC排出量を現行規制値の約1/6に規制するとともに、NOx排出量を現行規制値の1/2に規制するといった内容となっている。このような規制に対処するには、冷間始動時において車両が走行を開始する前に排気ガス浄化用触媒を活性化しておくことが必要である。すなわち、排気ガス浄化用触媒が活性化されていない状態で車両を走行させると大量のHC等が排出されることになる。他方、米国エミッションモードによれば、冷機時において車両の運転を開始する場合、運転者は通常は走行を開始するまでに少なくとも20秒間程度は暖機するものとしている。したがって、走行を開始する前に排気ガス浄化用触媒を活性化させるには、すなわち上記エミッション規制に対処するには、エンジン始動後およそ20秒以内に該触媒を活性化温度以上の温度に昇温させる必要があるわけである。

【0154】以下、触媒活性化促進制御の具体的な制御方法について説明する。この触媒活性化促進制御においては、エンジンCEの冷間始動時には、所定の期間(排気ガス昇温促進期間)だけ点火時期を上死点後の所定値(クランク角)まで大幅に遅角させることによって(例えば、上死点後30°CA)、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギーの正味出力への変換率を意図的に低下させ、これによって排気損失の割合を高めて排気ガス温度を高め、高温となった排気ガスによって排気ガス浄化用触媒の昇温を促進させ、該触媒を迅速に活性化温度以上の温度に昇温させるようにしている。つまり、エンジンCE自体をアフターバーナとして機能させ、これによつて排気ガス温度を高めるわけである。

【0155】ここで、クランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるように点火時期を上死点後の所定値(クランク角)まで大幅に遅角させれば、排気ガス温度をさらに高めることができ、排気ガス浄化用触媒をさらに迅速に活性化温度以上の温度に昇温させることができる。図15と図16とに、夫々、空燃比A/Fが14.7である場合と13.0である場合の、気筒内圧力のクランク角に対する変化特性を、点火時期をパラメータとして示す。なお、図15及び図16中において、パラメータとして示された数字(10, 0, -5, -10, -15, -20, -23)は、夫々点火時期の進角量(クランク角)であり、仮想線は混合気の燃焼がない場合の気筒内圧力を示している。図15及び図16から明らかとなり、点火時期を上死点後に設定すれば、クランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域、ないしは気筒内圧力が2度目のピークをもつ領域が膨張行程中期以降につくりだされる。

【0156】このように、点火時期が上死点後に設定さ

れた場合、とくに点火時期が進角量で-10°CAよりも遅角側に設定された場合は、気筒内圧力がかなり低下した後で混合気の燃焼がピークに達しており、かかる状況では熱エネルギーの正味出力への変換率は非常に小さくなる。このため、排気損失が大幅に増え、排気ガス温度が大幅に高められる。

【0157】このように、点火時期を上死点後まで遅角させることによって、排気ガス温度を大幅に高めることができるのは、およそ次のような理由による。すなわち、一般に燃焼室2内で混合気の燃焼によって生じた熱エネルギーのかなりの部分(概ね70%)は、熱サイクルを成り立たせるための低熱源への熱放出である排気損失、構造材料を熱害から保護するための冷却損失、あるいは機械的な摩擦損失等として失われ、その残部が正味出力として取り出されることになる。ここで、排気損失が大きいつきほど排気ガス温度が高くなるのは当然である。そして、かかる熱収支において、冷却損失及び機械的な摩擦損失は、エンジンCEの運転状態によってさほど変化しない。したがって、正味出力と排気損失との間には、概ね一方が増加すればその分だけ他方が減少するといった相関関係がある。

【0158】ところで、例えば図7に示すように、一般にエンジンにおいては、点火時期によってエンジンの出力トルクすなわち正味出力が変化し、正味出力が最大となるのは点火時期を上死点よりは所定のクランク角(例えば、20°CA)だけ進角した時期(MBT)に設定したときである。なお、従来のエンジンでは冷間始動時における点火時期はMBTよりはやや遅角側の値(例えば、上死点前10°CA)に設定される。ここで、点火時期をMBTより進角又遅角させると、とくに遅角させると正味出力が減少することになり、その分だけ排気損失が増加して排気ガス温度が高められることになる。なお、図7中には、エンジンCEにおける排気温度の点火時期に対する変化特性の一例も示されている。

【0159】図8は、エンジンCEにおける排気温度の点火時期に対する変化特性の一例を、エンジン回転数をパラメータとしてあらわした図である。図9は、エンジンCEが始動されてから20秒経過後における排気ガス浄化用触媒の温度予測値の点火時期に対する変化特性を、エンジン回転数をパラメータとしてあらわした図である。図8及び図9においては、排気温度ないしは触媒温度の点火時期に対する強い依存性が明らかにされている。図8から明らかとなり、点火時期を上死点後に設定すると、排気温度が急上昇する。

【0160】また、エンジンCEの冷間始動時においては、混合気の燃焼によって生じた熱が、冷たい燃焼室壁部とくにシリンダヘッド下面によって奪われることになる。他方、このように点火時期を上死点後まで大幅に遅角させると、燃焼室2を構成する壁面、とくにその大半の面積を占める天井壁面(シリンダヘッド下面)との排気

ガス排出までの熱交換時間が短くなって、エンジン本体 1 との熱交換(冷却損失)割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、排気ガス温度が高められる。

【0161】この実施の形態では、このような事実に着目して、エンジン C E の冷間始動時において軽負荷状態では、所定の排気ガス昇温促進期間だけ、エンジン C E を自力で回転させることができる必要最小限の正味出力のみを確保しつつ点火時期を上死点後まで可及的に遅角させ、排気損失を大幅に増加させて排気ガス温度を高め、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化温度以上の温度に昇温させるようにしている。

【0162】しかしながら、このように点火時期を大幅に遅角させると、混合気の着火性・燃焼性が低下して正味出力が不足気味となり、その結果エンジン C E の回転安定性が低下してトルク変動が発生しやすくなる。そこで、本実施例では、排気ガス昇温促進期間において点火時期を上死点後まで大幅に遅角させているときには、混合気の形成ないしは燃焼を促進し、エンジン C E の回転安定性を確保してトルク変動を抑制するようにしている。

【0163】具体的には、燃焼室 2 内にスワール比が 1.0 以上のスワールを生成させて、混合気の着火性・燃焼性を高めるようにしている。このように、スワール比が 1.0 以上の強いスワールを得るには、第 2 吸気ポート 4 に介設された開閉弁 25 を全閉するか又は部分的に閉じて(絞って)、スワールポートである第 1 吸気ポート 3 のみから又は主として第 1 吸気ポート 3 から燃焼室 2 内に混合気を供給するのが好ましい。なお、スワールが強過ぎると却って排気温度が低下するので、スワール比には上限がある。

【0164】あるいは、燃焼室 2 内にタンブル比が 1.5 以上のタンブルを生成させて混合気の着火性・燃焼性を高めるようにしてもよい。このように、タンブル比が 1.5 以上の強いタンブルを得るには、開閉弁 25 を大きく開いて主としてタンブルポートである第 2 吸気ポート 4 から燃焼室 2 内に混合気を供給するのが好ましい。また、タンブル比にもスワール比と同様に上限がある。

【0165】前記したとおり、第 1 吸気弁 7 が低リフト型とされているので、第 1 吸気ポート 3 から燃焼室 2 内に流入する混合気の流速が高められ、これによって燃焼室 2 内の乱れエネルギーが高められ、混合気の着火性・燃焼性がさらに高められる。なお、第 2 吸気弁 8 をも低リフト型とした場合も、同様に混合気の流速が高められて混合気の着火性・燃焼性が高められるのはもちろんである。

【0166】また、この触媒活性化促進制御では、冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中は、インジェクタ 24 (AMI) にミキシングエアを供給して燃料の気化・霧化(混合気の形成)を促進し、混合気の着火性・燃焼性を高

めるようにしている。この場合、HC の発生率が低減されるといった効果も得られる。なお、AMI を備えた従来のエンジンでは、アイドル時にはミキシングエアの供給は停止されるようになっている。この実施の形態においても、通常のアイドル時にはミキシングエアの供給を停止するようにしている。

【0167】さらに、冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中は、点火機構 F を制御して点火プラグ 12 の点火エネルギーを高くし、これによっても混合気の着火性・燃焼性を高めるようにしている。このため、点火時期を上死点後まで大幅に遅角させた場合でも、エンジン C E の回転安定性を確保してトルク変動を抑制することができる。

【0168】以下、混合気の着火性・燃焼性を高める手段としてスワールを用いた場合を例にとり、その具体的な効果を説明する。図 10 に、スワールがある場合とない場合における、平均有効圧力  $P_i$  の変動率すなわちトルク変動率の点火時期に対する変化特性を示す。図 10 から明らかなとおり、スワールがある場合は、スワールがない場合に比べて、平均有効圧  $P_i$  の変動率(トルク変動率)が大幅に低減されている。すなわち、点火時期を上死点後まで大幅に遅角させた場合でも、スワールの生成を促進することにより、回転安定性を確保してトルク変動を抑制することができる。

【0169】また、図 11 にスワールがある場合とない場合における、燃焼室内(気筒内)での混合気の乱れエネルギーのクランク角に対する変化特性の一例を示す。図 11 から明らかなとおり、スワールがある場合は、TDC (360° CA) 後においても乱れエネルギーが十分に保持されており(上死点後 90° CA においても十分な乱れエネルギーが存在する)、この乱れエネルギーによって混合気の着火性・燃焼性が高められるわけである。

【0170】さらに、図 12 (a) と図 12 (b) とに、夫々スワールがない場合とある場合における下死点時(BDC)の燃焼室 2 内の混合気の分布状況の一例を示す。図 12 (a)、(b) から明らかなとおり、スワールがある場合は混合気分布は完全に均一化されているが、スワールがない場合は混合気が濃い領域  $R_1$  と中程度の領域  $R_2$  と薄い領域  $R_3$  とが生じている。このように、スワールがある場合は混合気分布が均一化されるので、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められる。

【0171】また、エンジン C E の冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比を 13.5 ~ 18.0 の範囲内に設定するようにしている。なお、この場合において、さらに空気過剰率  $\lambda$  を 1 以上とする(すなわち、空燃比  $A/F$  を 14.7 以上とする)のが一層好ましい。このように、空燃比を理論空燃比 ( $A/F = 14.7$ ) 付近ないしはややリーン側に設定するのは、排気温度を高めるためである。

【0172】すなわち、このように気筒内空燃比が 1

3.5~18.0の範囲内に設定された場合は、冷間始動時における気筒内空燃比が1.2~1.3に設定される従来のエンジンに比べて、燃料の気化に要する潜熱あるいは燃料の昇温に要する顕熱が少なくなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。また、燃焼室2内に十分に酸素が存在するので、燃料がより完全に燃焼させられて発熱量が増え、これによっても排気ガス温度が高められる。かくして、排気ガス浄化用触媒の昇温が促進され、該触媒をより早期に活性化温度に到達させることができるわけである。また、このように冷間始動時の空燃比が従来のエンジンに比べてリーン側に設定されるので、HCの発生率が低くなりエミッション性能が良くなる。

【0173】なお、ここで空気過剰率を1以上した場合、すなわち気筒内空燃比を理論空燃比以上(リーン)とした場合は、燃料の気化あるいは昇温に要する熱がさらに少なくなり、また燃料がより完全に燃焼させられて排気ガス温度がより高められ、排気ガス浄化触媒の昇温が促進され、該触媒がさらに早期に活性化される。また、冷間始動時におけるHCの発生率がさらに低くなり、エミッション性能が良くなる。

【0174】図13は、エンジンCEの冷間始動時における排気ガス温度の、点火時期及び空燃比に対する変化特性を示すグラフである。図13から明らかなどおり、空燃比を14.7に設定したときには(本件)、従来のエンジンのように空燃比を1.3に設定した場合に比べて排気ガス温度が大幅に高められている。また、図13からわかるように、空燃比を14.7に設定したときには(本件)、空燃比を13.0に設定したとき(従来)に比べて、点火時期を遅角方向へ変化させたときの排気ガス温度上昇率が大きくなっている。すなわち、本件では従来のものに比べて、点火時期を遅角させたときの排気ガス温度上昇率が大幅に高くなる。つまり、本件では空燃比のリーン化(従来と比べて)と点火時期の遅角との相乗効果により、排気ガス浄化用触媒をより迅速に活性化温度以上の温度に昇温させることができるわけである。

【0175】この理由は、およそ次のとおりであると考えられる。すなわち、一般にガス温度が高いときほど、膨張行程や排気行程での混合気の燃焼が促進される。したがって、点火時期の遅角により排気ガス温度が上昇すれば混合気の後燃えが促進されることになる。しかしながら、酸素が存在しなければ後燃えは進行しないので、空燃比がリッチな場合は排気ガス温度上昇による後燃え促進効果は薄れてしまうことになる。他方、空燃比を14.7以上とすれば、十分な酸素が確保されるので、排気ガス温度上昇による後燃え効果が十分に発揮されることになる。そして、後燃えが促進されれば、排気ガス温度が上昇する。このため、空燃比のリーン化と点火時期の遅角とを組み合わせれば、両者の相乗効果により排気ガス温度が大幅に上昇する。なお、かかる相乗効果がとくに顕著になるのは、 $\lambda \geq 1$ 以上の空燃比領域である。

【0176】なお、従来のエンジンでは、冷間始動時には燃料の気化・霧化が悪くなり、混合気の着火性・燃焼性が低下するので、空燃比を理論空燃比よりもかなりリッチにしている(例えば、 $A/F = 1.1 \sim 1.3$ )。これに対して、本件では前記したとおりスワール、タンブル、アシストエア等により混合気の形成ないしは燃焼が促進されているので、冷間始動時に空燃比を13.5~18.0にし、さらには $\lambda \geq 1$ としても混合気の着火性・燃焼性が十分に確保される。

【0177】また、冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中は、排気空燃比が14.5以上となるようにして、触媒コンバータ45より上流側の排気通路60に2次エアを供給するのが好ましい。この場合、2次エアと、点火時期の上死点後の遅角設定による昇温された排気ガス(熱)とによって排気ガス中の未燃焼燃料が燃焼させられ、さらにその燃焼熱によって排気ガス温度が一層高められる。このため、排気ガス浄化触媒の昇温が促進され、該触媒が一層早期に活性化される。なお、排気空燃比が14.5以上とされるので、排気ガス中の未燃焼燃料が確実に燃焼させられ、排気ガス温度が確実に高められ、排気ガス浄化用触媒の昇温がさらに促進される。

【0178】図14に、排気通路60内の排気ガスに2次エアを供給したときの、排気ガス温度の排気空燃比(2次エア供給後空燃比)に対する変化特性を示す。図14から明らかなどおり、気筒内空燃比が理論空燃比よりもリッチな場合は、2次エアの供給により排気ガス温度が上昇している。しかしながら、排気空燃比が同一の場合は、気筒空燃比がリーンなものほど排気ガス温度が高くなっている。すなわち、供給されるエアの全量が同一の場合は、エア全量を直接燃焼室2に供給する方が、一部のエアを2次エアとして供給するよりも排気ガス温度が高くなる。

【0179】この触媒活性化促進制御においては、エンジンCEの冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中は、ISCバルブ22又はエアバルブ23を制御してバイパスエア量を調節することにより、エンジン回転数を所定の比較的高い回転数、例えば2000r.p.m.に維持するのが好ましい。このようにすれば、単位時間あたりの燃焼室2内での発熱量が大きくなり、排気ガス温度が一層高められ、排気ガス浄化用触媒が極めて迅速に昇温され、該触媒が非常に早期に活性化される。

【0180】排気ガス温度のエンジン回転数に対する変化特性と、エンジン始動開始時から20秒経過後の触媒温度予測値のエンジン回転数に対する変化特性とは、前記したとおり、図8と図9とに示されている。なお、この場合、点火時期を遅角させてゆくと排気ガス温度は上昇するが、エンジン回転数が高いときほど、排気ガス温度が急上昇しはじめる時期が早くなる。これは、点火ラグ12の発火後の着火遅れは時間の遅れであり、他方点火時期はクランク角で設定されるので、同一の着火遅



れであってもエンジン回転数が高いときには、該遅れ時間内でのクランク角変化が大きくなるからである。このため、エンジン回転数が高いときには、点火時期を比較的早くしても排気ガス温度上昇効果が十分に得られる。

【0181】なお、上記構成においては、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、点火時期をさらに遅角側に設定し、これによってエンジン回転数を低下させるようにしてもよい。このようにすれば、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなり、エンジンＣＥないしはこれを搭載した車両の商品性が良くなる。また、このようにはせず、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、バイパスエア量を減少させることによりエンジン回転数を低下させるようにしてもよい。この場合も、同様の効果が得られる。なお、両者を併用してもよい。

【0182】この触媒活性化促進制御においては、エンジンＣＥの冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときに、点火時期を通常の進角した値に戻すのが好ましい。このようにすれば、エンジントルクが高められ、該エンジンを搭載した車両の発進性ないしは走行性が高められ、該車両の商品性が良くなる。また、この場合、車両が走行を開始したときには、バイパスエアの供給を時間遅れを伴って停止させるのが好ましい。このようにすれば、車両発進時における吸入空気量の急減が起らず、車両の発進性ないしは走行性が良くなる。あるいは、車両が走行を開始したときには、バイパスエアの供給が停止に至るまで徐々に減少させてもよい。このようにしても、車両発進時における吸入空気量の急減が起らず、車両の発進性ないしは走行性が良くなる。

【0183】なお、エンジンＣＥの冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときに、点火時期を上死点前において通常の進角した値よりも遅角した値に設定するようにしてもよい。このようにすれば、エンジントルクが高められ、該エンジンを搭載した車両の発進性ないしは走行性が高められ、該車両の商品性が良くなる。また、車両走行開始後において、エンジン出力ないしはエンジン負荷が所定値未満のとき、すなわちアイドル領域よりも高出力ではあるがさほどトルクを必要としない運転領域では、点火時期を遅角させたままにして、排気ガス温度の上昇を促進するようにしてもよい。さらに、車両走行開始後において、エンジン出力ないしはエンジン負荷が大きいときほど点火時期の遅角量を減らすようにしてもよい。このようにすれば、エンジンの回転安定性が高められる。

【0184】この触媒活性化促進制御において、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始した後再び停止した場合、触媒コンバータ４５内の排気ガス浄化用触媒が活性化温度に達していないときには、再び所定の期間だけ点火時期を上死点後に設定するとともに、混合気の形

成ないしは燃焼を促進させるのが好ましい。このようにすれば、車両再停止時においても、混合気の燃焼性ないしはエンジンの必要最小限の回転安定性を確保しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させることができる。

【0185】この触媒活性化促進制御において、エンジンＣＥの冷間始動時の排気ガス昇温促進期間中には、クランキング後にエンジンＣＥが完爆し（例えばアイドル回転数よりやや低い５００～６００r.p.m.）、さらに吹き上がった後（例えば、２０００r.p.m.）で点火時期を上死点後に設定するのが好ましい。このようにすれば、点火時期が上死点後に設定される時点ではエンジンＣＥの回転が十分に安定しているので、排気ガス昇温促進期間中のトルク変動が小さくなり、エンジンの商品性が良くなる。この場合、エンジンのクランキング後において完爆を経てエンジンが吹き上がった後、所定期間だけ時間遅れを伴わせて点火時期を上死点後に設定するのが一層好ましい。このようにすれば、エンジンの回転安定性が一層高められ、したがって排気ガス昇温促進期間中のトルク変動が一層小さくなり、エンジンの商品性がさらに良くなる。さらには、エンジンＣＥのクランキング後において、エンジンＣＥが完爆状態となるまでは、点火時期を通常運転時の点火時期よりも進角側に設定するのが好ましい。このようにすれば、混合気の着火性・燃焼性が高められるので、エンジンが迅速に自力回転できるようになり、エンジンの始動性が良くなる。

【0186】また、この触媒活性化促進制御において、冷間始動時の排気ガス昇温促進期間は、タイマにより、所定時間経過後に単純に終了させるのが好ましい。このようにすれば、エンジン制御装置ないしはその制御ロジックが簡素化され、製造コストが低減される。この場合、触媒コンバータより下流側の排気ガス温度が所定値まで上昇したときに排気ガス昇温促進期間を終了させるようにしてもよい。このようにすれば、排気ガス浄化用触媒が確実に活性化されるまで排気ガス温度が高められ、触媒の活性化が促進される。また、該触媒が活性化された後は迅速にエンジンの正味出力が高められ、エンジンの回転安定性が高められる。

【0187】図１７(a)～(d)に、エンジンＣＥの冷間始動時に、本発明にかかる触媒活性化促進制御が行われた場合の、エンジン回転数、吸気量、点火時期及び空燃比の経時変化の一例を示す。この例では、エンジンＣＥが吹き上がるまでは点火時期が上死点よりも約７°ＣＡだけ進角させられ、吹き上がった後は点火時期が上死点より約１５°ＣＡだけ遅角させられている。また、排気ガス昇温促進期間中は、吸気量及び点火時期が一定値に保持され、エンジン回転数が２０００r.p.m.に保持されている。

【0188】また、図１８(a)～(c)に、エンジンＣＥの冷間始動時に、本発明にかかる触媒活性化促進制御が行

われた場合の、エンジン回転数、点火時期及び空燃比の経時変化のもう 1 つの例を示す。この例では、エンジン C E が吹き上がるまでは点火時期が上死点よりも約  $7^{\circ}$  C A だけ進角させられ、吹き上がったときに点火時期が上死点より約  $15^{\circ}$  C A だけ遅角させられている。そして、この後まもなく点火時期がさらに遅角させられ、これによってエンジン回転数が 2000 r.p.m. から 1500 r.p.m. に低下させられている。

【0189】さらに、図 19 (a) に、エンジン C E の冷間始動時に、本発明にかかる触媒活性化促進制御が行われた場合の、エンジン回転数及び点火時期の経時変化のさらにもう 1 つの例を示す。この例では、点火時期は、時刻  $t_1$  でエンジン回転数がアイドル回転数  $n_2$  よりはやや低い完爆回転数  $n_1$  に達するまでは進角量が大きい始動進角  $i_3$  とされ、完爆後時刻  $t_2$  で吹き上がるまで (期間  $d_1$ ) は進角量がやや小さい通常進角  $i_2$  とされ、吹き上がった後は上死点後の所定値  $i_1$  まで遅角させられている。なお、時刻  $t_2$  から所定時間  $d_2$  ( $t_3$  まで) は点火時期の上死点後までの遅角を遅らせて回転安定性を高めるようにしてもよい。また、吹き上がりをエンジン回転数により検出する際に、図 19 (a) に示すように吹き上げによるほぼ最高位の回転数  $n_3$  で検出し、その回転数  $n_3$  に到達した時刻  $t_2'$  から所定値  $i_1$  に遅角させてもよい。

【0190】この場合、期間  $d_1$  では I S C 開度を大きくするなどして吸入空気量を増加させ、期間  $d_1$  の後ではさらに吸入空気量を増加させるのが好ましい。このようにすれば、エンジン C E の吹き上がりが円滑化ないしは迅速化される。また、空燃比を固定している場合は、点火時期の遅角量が大きいときほど I S C 開度を大きくして吸入空気量を増加させるのが好ましい。このようにすれば、吸入空気量の増加に伴って燃料供給量が増えるので、発熱量が増加して排気ガスの上昇が促進される。

【0191】また、図 19 (b) に示すように点火時期を変化させてもよい。この例では、エンジン回転数が完爆回転数  $n_1$  に達するまで (時刻  $t_1$  まで) は進角量が始動進角  $i_3$  とされ、完爆後に吹き上がるまで (時刻  $t_2$  まで) は始動進角より進角した進角  $i_2$  とされ、吹き上がった後は上死点後の所定値  $i_1$  まで遅角させられている。なお、時刻  $t_2$  から所定時間  $d_2$  ( $t_3$  まで) は点火時期の上死点後までの上記遅角を遅らせて回転安定性を高めるようにしてもよい。この場合も、エンジン C E の回転安定性が高められる。この場合、吹き上がりまでは吸入空気量を一定に保持するのが好ましい。このようにすれば、エンジン C E の回転安定性が一層高められる。

【0192】図 20 に、エンジン C E の冷間始動時に本発明にかかる触媒活性化促進制御が行われた場合の排気温度の経時変化 ( $G_1$ ) の一例を、従来のエンジンにおける排気温度の経時変化 ( $G_2$ ) と比較して示す。また、図 21 に、エンジン C E の冷間始動時に本発明にかかる触媒活性化促進制御が行われた場合の H C 浄化率の経時変

化 ( $H_1$ ) の一例を、従来のエンジンにおける H C 浄化率の経時変化 ( $H_2$ ) と比較して示す。

【0193】図 20 及び図 21 から明らかなとおり、本発明にかかる触媒活性化促進制御が行われるエンジン C E では、従来の普通のエンジンに比べて、排気ガス温度が極めて迅速に高められ、このため H C 浄化率が極めて迅速に上昇し、エンジン始動開始から 20 秒経過後 (走行開始時) には、H C 浄化率が 88% に達している。以上、本実施例によれば、E H C あるいはアフターバーナといった触媒加熱装置を設けずに、エンジンの冷間始動時に、回転安定性を確保してトルク変動を抑制しつつ、排気ガス温度を迅速に高めることができ、もって排気ガス浄化触媒を早期に活性化温度の到達させることができる。

【0194】なお、特開平 2-64253 号公報には、エンジンの冷機時には吸入空気量を増加させるとともに、点火時期を遅角させアイドル回転数の安定化と、エンジンの迅速な暖機とを図るようにしたものが提案されている。しかしながら、この従来のものは点火時期を遅角させる点において、本発明と共通点を有するものの、触媒コンバータが設けられておらず、また上死点後まで点火時期を遅角させるものでもなく、本発明とは解決しようとする課題、構成、作用及び効果が全く異なるものである。

【0195】図 22 は、本願発明者による実験の結果に基づいて作成された、排気ガス温度の点火時期及びスワール比 (スワール強度) に対する依存性と、混合気燃焼時間 (混合気燃焼終了時期) のクランク角及びスワール比に対する依存性を示すグラフである。図 22 から明らかなとおり、点火時期が遅角するほど排気ガス温度は累進的に大きく上昇している。このことから、点火時期の遅角により排気ガス温度の上昇を促進しようとする本件が極めて有効であることがわかる。また、スワールが強いとき (スワール比 3.0) には燃焼時間が短くなり、したがって燃焼安定性が高められることがわかる。したがって、スワールを強化している本件においては、点火時期が遅角したことによって生じる燃焼安定性の低下がスワールによって補償され、実質的には燃焼安定性の低下は生じない。

【0196】図 23 は、本願発明者による実験の結果に基づいて作成された、図示平均有効圧力変動率の、排気ガス温度及びスワール比に対する依存性を示すグラフである。図 23 から明らかなとおり、図示平均有効圧力変動率は排気ガス温度が高いときほど大きくなるが、スワールが強いときには大幅に小さくなる。したがって、スワールを強化している本件においては、点火時期の遅角に伴う排気ガス温度上昇により図示平均有効圧力変動率が上昇傾向にあるものの、該上昇はスワールによって抑制ないしは補償されるので、点火時期を遅角させた場合でもエンジン C E の燃焼安定性及び回転安定性が高められ

る。

【0197】図24は、本願発明者による実験の結果に基づいて作成された、リーンリミット空燃比の、点火時期及びスワール比に対する依存性を示すグラフである。図24から明らかなとおり、スワールが強いときにはリーンリミット空燃比がリーンとなっている。一般的に、リーンリミット空燃比は点火時期の進角によって低下する。しかし、スワールを強化している本件においては、リーンリミット空燃比がリーン側にあるので、点火時期を遅角させた場合でもエンジンC Eの燃焼安定性及び回

【0198】図25は、本願発明者による実験の結果に基づいて作成された、排気ガス中のHC濃度指数の、排気ガス温度及びスワール比に対する依存性を示すグラフである。図25から明らかなとおり、排気ガス温度が高いときほどHC濃度指数が小さくなる。なお、HC濃度指数はスワール比によってはあまり左右されない。したがって、点火時期の遅角により排気ガス温度の上昇を促進している本件においては、HC排出量が大幅に低減される。

【0199】図26は、本願発明者による実験の結果に基づいて作成された、排気ガス中のHC濃度指数の、90%燃焼終了クランク角及びスワール比に対する依存性を示すグラフである。図26から明らかなとおり、90%燃焼終了クランク角が遅いときほど、すなわち概ね点火時期が遅いとき（遅角量が大いとき）ほどHC濃度指数が小さくなる。なお、HC濃度指数はスワール比によってはほとんど左右されない。したがって、点火時期の遅角により排気ガス温度の上昇を促進している本件においては、HC排出量が大幅に低減される。

【0200】図27は、本願発明者による実験の結果に基づいて作成された、排気ガス中のCO濃度指数の、排気ガス温度及びスワール比に対する依存性を示すグラフである。図27から明らかなとおり、CO濃度指数は排気ガス温度によってはあまり左右されないが、スワールが強いときには大幅に小さくなる。したがって、スワールを強化している本件においては、CO排出量が大幅に低減される。

【0201】

【発明の効果】本発明の第1の態様によれば、エンジン40の冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は点火時期が上死点後に設定されるので、膨張行程に入ってはじめて混合気に着火し、その後燃焼が開始されることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中のエンジン軸動力（正味出力）に変換される割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。このため、高温の排気ガスによって排気ガス浄化用触媒が迅速に昇温され、該触媒が早期に活性化温度に到達し、冷間始動

時における排気ガス浄化率が大幅に高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気燃焼促進手段によって混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはならない。つまり、電気加熱ヒータあるいはアフタバーナ等を設けることなく、すなわち簡素な構造の排気ガス浄化装置でもって、混合気の着火性・燃焼性ないしはエンジンの必要最小限の回転安定性を確保しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させることができる。

【0202】本発明の第2の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定され、かつクランク角に対する気筒内圧力の上昇方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるので、混合気の燃焼が膨張行程の中期以降で生じることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中の正味出力に変換される割合が低くなり、かつ燃焼室を構成する壁面、とくにその大半の面積を占める天井壁面（シリンダヘッド下面）との排気ガス排出までの熱交換時間が短くなってエンジン本体との熱交換（冷却損失）割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。このため、高温の排気ガスによって排気ガス浄化用触媒が迅速に昇温され、該触媒が早期に活性化温度に到達し、冷間始動時における排気ガス浄化率が大幅に高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気燃焼促進手段によって混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはならない。つまり、電気加熱ヒータあるいはアフタバーナ等を設けることなく、すなわち簡素な構造の排気ガス浄化装置でもって、混合気の着火性・燃焼性ないしはエンジンの回転安定性を確保しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させることができる。

【0203】本発明の第3の態様によれば、基本的には本発明の第1又は第2の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比A/Fが13.5～18.0の範囲内に設定されるので、気筒内空燃比A/Fが12～13に設定される従来のエンジンに比べて、燃料の気化に要する潜熱あるいは燃料の昇温に要する顕熱が少なくなり、その分排気ガス温度が高められる。したがって、排気ガス浄化用触媒の昇温が促進さ

れ、該触媒をより早期に活性化温度に到達させることができる。また、冷間始動時においては空燃比が従来のエンジンよりはリーン側に設定されることになるので、HCの発生率が低くなりエミッション性能が良くなる。

【0204】本発明の第4の態様によれば、基本的には本発明の第3の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、空気過剰率が1以上とされるので、すなわち空燃比が理論空燃比以上(リーン)とされるので、燃料の気化あるいは昇温に要する熱がさらに少なくなり、排気ガス温度が高められ、排気ガス浄化触媒の昇温が促進され、該触媒がさらに早期に活性化される。また、冷間始動時におけるHCの発生率がさらに低くなり、エミッション性能が良くなる。

【0205】本発明の第5の態様によれば、基本的には本発明の第1又は第2の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、触媒コンバータより上流側の排気通路に2次エアが供給されるので、この2次エアと、点火時期の上死点後の遅角設定による昇温された排気ガス(熱)とによって排気ガス中の未燃焼燃料が燃焼させられ、さらにその燃焼熱によって排気ガス温度が一層高められる。このため、排気ガス浄化触媒の昇温が促進され、該触媒が一層早期に活性化される。また、排気ガス昇温促進期間中は、2次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比(排気空燃比)が14.5以上、すなわちほぼ理論空燃比以上(リーン)とされるので、未燃焼燃料が確実に燃焼させられ、排気ガス温度が確実に高められ、排気ガス浄化触媒の昇温がさらに促進される。

【0206】本発明の第6の態様によれば、基本的には本発明の第1～第5の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後で点火時期が上死点後に設定されるので、点火時期が上死点後に設定される時点ではエンジンの回転が十分に安定している。このため、排気ガス昇温促進期間中のトルク変動が小さくなり、エンジンの商品性が良くなる。

【0207】本発明の第7の態様によれば、基本的には本発明の第6の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった後、所定期間だけ時間遅れを伴って点火時期が上死点後に設定されるので、エンジンの回転安定性が一層高められ、したがって排気ガス昇温促進期間中のトルク変動が一層小さくなり、エンジンの商品性がさらに良くなる。

【0208】本発明の第8の態様によれば、基本的には本発明の第6の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がった直後に

点火時期が上死点後に設定され、これによって排気ガス温度の上昇が迅速化されるので、エンジンのエミッション性能が一層高められる。

【0209】本発明の第9の態様によれば、基本的には本発明の第1～第7の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンのクランキング後においてエンジンが吹き上がる前の完爆状態となるまでは始動進角が通常運転時の点火時期よりも進角側に設定され、混合気の着火性・燃焼性が高められるので、エンジンが迅速に自力回転できるようになり、エンジンの始動性が良くなる。

【0210】本発明の第10の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、完爆状態となった後エンジンが吹き上がるまでは点火時期が始動進角よりも進角側に設定されて混合気の着火性・燃焼性が高められ、エンジンが迅速に自力回転できるようになるので、エンジンの始動性が良くなる。

【0211】本発明の第11の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンが吹き上がるまでは点火時期が通常運転時と同様となり、エンジンの回転が安定するので、エンジンの商品性が良くなる。

【0212】本発明の第12の態様によれば、基本的には本発明の第9の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、完爆後に吸入空気量が増やされるので、エンジンの吹き上がりが迅速化され、排気ガス温度の上昇が迅速化される。

【0213】本発明の第13の態様によれば、基本的には本発明の第10の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンが吹き上がるまでは吸入空気量が一定となるので、エンジンの吹き上がりが円滑化され、エンジンの商品性が良くなる。

【0214】本発明の第14の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中における空燃比のリッチ化が防止されて、排気ガスの昇温が迅速化されるとともにHC排出量が低減されるので、エンジンのエミッション性能が高められる。

【0215】本発明の第15の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンの冷機状態に応じた適切な遅角量とすることができるので、エンジンの回転が安定し、エンジンの始動性が良くなる。

【0216】本発明の第16の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジンの冷機状態に応じた適切な吸入空気量とすることができるので、エンジンの回転が安定し、エンジンの始動性が良くなる。

【0217】本発明の第17の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、点火時期の遅角量がエンジンの時々刻々の運転状態（冷機状態）に応じた適切なものとなるので、エンジンの回転が安定し、エンジンの始動性が良くなる。

【0218】本発明の第18の態様によれば、基本的には本発明の第1～第6の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、該吸入空気量がエンジンの時々刻々の運転状態（冷機状態）に応じた適切なものとなるので、エンジンの回転が安定し、エンジンの始動性が良くなる。

【0219】本発明の第19の態様によれば、基本的には本発明の第1～第5の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、吸入空気量の増減によりエンジン回転数が所定の回転数に維持されるので、排気ガス昇温促進期間中のトルク変動が小さくなり、エンジンの商品性が大幅に良くなる。

【0220】本発明の第20の態様によれば、基本的には本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、エンジン回転数が所定の比較的高い回転数に維持されるので、気筒内での発熱量が大きくなり、排気ガス温度がなお一層高められ、排気ガス浄化用触媒が極めて迅速に昇温され、該触媒が非常に早期に活性化される。

【0221】本発明の第21の態様によれば、基本的には本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、点火時期がさらに遅角側に設定され、これによってエンジン回転数が低下させられるので、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなり、エンジンないしはこれを搭載した車両の商品性が良くなる。

【0222】本発明の第22の態様によれば、基本的には本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、吸入空気量が減少させられ、これによってエンジン回転数が低下させられるので、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなり、エンジンないしはこれを搭載した車両の商品性が良くなる。

【0223】本発明の第23の態様によれば、基本的には本発明の第20の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中においてある程度時間が経過した後は、点火時期がさらに遅角側に設定され、かつ吸入空気量が減少させられ、これらによってエンジン回転数が低下させられるので、エンジン騒音が小さくなり、また発進時の飛び出し感がなくなり、エンジンないしはこれを搭載した車両の商品性が良くなる。

【0224】本発明の第24の態様によれば、基本的には本発明の第23の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に、エンジン回転数が迅速に低下させられてエンジン騒音が低減されるとともに、排気ガス温度の上昇が迅速化されるので、エンジンの商品性が大幅に高められる。

【0225】本発明の第25の態様によれば、基本的には本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには点火時期が通常の進角値に戻されるので、該エンジンを搭載した車両の発進性ないしは走行性が高められ、該車両の商品性が良くなる。

【0226】本発明の第26の態様によれば、基本的には本発明の第19の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、車両走行開始後において、排気ガス昇温が促進されるとともに車両走行性が高められる。

【0227】本発明の第27の態様によれば、基本的には本発明の第26の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、車両発進性が高められる。

【0228】本発明の第28の態様によれば、基本的には本発明の第27の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、車両走行性が大幅に高められるとともに、排気ガスの昇温が一層促進される。

【0229】本発明の第29の態様によれば、基本的には本発明の第26の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始した場合において、高いエンジン出力が必要なときには該エンジンを搭載した車両の発進性ないしは走行性が高められ、他方さほどエンジン出力が要求されないときには排気ガス温度の上昇が迅速化されるので、エンジン出力の向上とエミッション性能の向上とが両立する。

【0230】本発明の第30の態様によれば、基本的には本発明の第29の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、エンジン出力を確保しつつ排気ガス温度の上昇を迅速化するこ

とができるので、エンジンの商品性が高められる。

【0231】本発明の第31の態様によれば、基本的には本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が時間遅れを伴って停止されるので、車両発進時における吸入空気量の急減が起こらず、車両の発進性ないしは走行性が良くなる。

【0232】本発明の第32の態様によれば、基本的には本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始したときには、吸入空気量可変手段による空気供給が停止に至るまで徐々に減少させられるので、車両発進時における吸入空気量の急減が起こらず、車両の発進性ないしは走行性が良くなる。

【0233】本発明の第33の態様によれば、基本的には本発明の第25の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中に車両が走行を開始した後再び停止した場合において、触媒コンバクタ内の触媒が活性温度に達していないときには再び所定の期間だけ、点火時期が上死点後に設定されるように点火時期可変手段を制御する一方、混合気の燃焼が促進される。このため、車両再停止時においても、混合気の燃焼性ないしはエンジンの必要最小限の回転安定性を確保しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させることができる。

【0234】本発明の第34の態様によれば、基本的には本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、乱流生成促進手段によって気筒内での乱流の生成が促進されるので、これによって混合気の着火性・燃焼性が高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が小さくなる。

【0235】本発明の第35の態様によれば、基本的には本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、スワール生成手段によって気筒内での乱流の生成が促進されるので、これによって混合気の着火性・燃焼性が高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が小さくなる。

【0236】本発明の第36の態様によれば、基本的には本発明の第35の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、スワール生成手段が、開閉弁を備えない第1吸気ポートと、開閉弁を備えた第2吸気ポートとを備えていて、開閉弁の開度を変化させることによって気筒内にスワールを生成するようになっているので、簡素な構造でもって気筒内に強いスワールが生成され、これによって混合気の着火

性・燃焼性がさらに高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動がさらに小さくなる。

【0237】本発明の第37の態様によれば、基本的には本発明の第35の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、スワール生成手段が、スワール比が1.0以上の強いスワールを気筒内に生成するようになっているので、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が非常に小さくなる。

【0238】本発明の第38の態様によれば、基本的には本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、タンブル生成手段によって気筒内での乱流の生成が促進されるので、これによって混合気の着火性・燃焼性が高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が小さくなる。

【0239】本発明の第39の態様によれば、基本的には本発明の第38の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、タンブル生成手段が、タンブル比が1.5以上の強いタンブルを気筒内に生成するようになっているので、混合気の着火性・燃焼性が大幅に高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が非常に小さくなる。

【0240】本発明の第40の態様によれば、基本的には本発明の第34の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、低リフト型の吸気弁構造によって吸気通路から気筒内へ流入する空気の流速が高められ、これによって気筒内での混合気の着火性・燃焼性が高められるので、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が小さくなる。

【0241】本発明の第41の態様によれば、基本的には本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、空気混合式燃料噴射弁によって燃料が空気と混合された上で吸気通路に噴射されるので、混合気の形成が促進され、これによって気筒内での混合気の着火性・燃焼性が高められるので、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が小さくなる。

【0242】本発明の第42の態様によれば、基本的には本発明の第1～第33の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、混合気の点火エネルギーが高くなるので、これによって気筒内での混合気の着火性・燃焼性が高められ、排気ガス昇温促進期間中のエンジンの回転安定性が高められ、トルク変動が小さくなる。

【0243】本発明の第43の態様によれば、基本的には本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、一定時間経過後に排気ガス昇温促進期間が単純に終了させられるので、エンジン制御装置ないしはその制御ロジックが簡素化され、製造コストが低減される。

【0244】本発明の第44の態様によれば、基本的には本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、触媒コンバータより下流側の排気ガス温度が所定値まで上昇したときに排気ガス昇温促進期間が終了させられるので、排気ガス浄化用触媒が確実に活性化されるまで排気ガス温度が高められ、触媒の活性化が促進される。また、該触媒が活性化された後は迅速にエンジンの正味出力が高められ、エンジンの回転安定性が高められる。

【0245】本発明の第45の態様によれば、基本的には本発明の第1～第42の態様のいずれか1つにかかるエンジンの排気ガス浄化装置の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス温度検出センサを設けずに、排気ガス昇温促進期間の終了点を知ることができるので、部品点数が低減され、エンジンの製造コストが低減される。

【0246】本発明の第46の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は点火時期が上死点後に設定されるので、膨張行程に入ってはじめて混合気に着火し、その後燃焼が開始されることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中のエンジン軸動力(正味出力)に変換される割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。このため、高温の排気ガスによって排気ガス浄化用触媒が迅速に昇温され、該触媒が早期に活性化温度に到達し、冷間始動時における排気ガス浄化率が大幅に高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはない。つまり、簡単な方法でもって、混合気の着火性・燃焼性ないしはエンジンの必要最小限の回転安定性を確保しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させることができる。

【0247】本発明の第47の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は、点火時期が上死点後に設定され、かつクランク角に対する気筒内圧力の上昇

方向の変化率が0以上となる領域が膨張行程中期以降につくりだされるので、混合気の燃焼が膨張行程の中期以降で生じることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中の正味出力に変換される割合が低くなり、かつ燃焼室を構成する壁面、とくにその大半の面積を占める天井壁面(シリンダヘッド下面)との排気ガス排出までの熱交換時間が短くなってエンジン本体との熱交換(冷却損失)割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。このため、高温の排気ガスによって排気ガス浄化用触媒が迅速に昇温され、該触媒が早期に活性化温度に到達し、冷間始動時における排気ガス浄化率が大幅に高められる。また、一般的には点火時期を上死点後に設定すると、混合気の燃焼性の低下及び正味出力の低下によりエンジンの回転安定性が低下してトルク変動が大きくなるはずであるが、本件によれば混合気の燃焼が促進されて着火性・燃焼性が高められるので、エンジンの必要最小限の回転安定性が確保され、トルク変動がさほど大きくはない。つまり、簡単な方法でもって、混合気の着火性・燃焼性ないしはエンジンの回転安定性を確保しつつ、排気ガス浄化用触媒を迅速に活性化させることができる。

【0248】本発明の第48の態様によれば、基本的には本発明の第46又は第47の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化方法の場合と同様の効果が得られる。さらに、排気ガス昇温促進期間中は、気筒内空燃比 $A/F$ が13.5～18.0の範囲内に設定されるので、気筒内空燃比 $A/F$ が12～13に設定される従来のエンジンに比べて、燃料の気化に要する潜熱あるいは燃料の昇温に要する顕熱が少なくなり、その分排気ガス温度が高められる。したがって、排気ガス浄化用触媒の昇温が促進され、該触媒をより早期に活性化温度に到達させることができる。また、冷間始動時においては空燃比が従来のエンジンよりはリーン側に設定されることになるので、HCの発生率が低くなりエミッション性能が良くなる。

【0249】本発明の第49の態様によれば、基本的には本発明の第46又は第47の態様にかかるエンジンの排気ガス浄化方法の場合と同様の効果が得られる。さらに、触媒コンバータより上流側の排気ガスに2次エアが供給されるので、この2次エアと、点火時期の上死点後の遅角設定による昇温された排気ガス(熱)とによって排気ガス中の未燃焼燃料が燃焼させられ、さらにその燃焼熱によって排気ガス温度が一層高められる。このため、排気ガス浄化触媒の昇温が促進され、該触媒が一層早期に活性化される。また、排気ガス昇温促進期間中は、2次エアを吸入空気を含めて算出した空燃比(排気空燃比)が14.5以上、すなわちほぼ理論空燃比以上(リーン)とされるので、未燃焼燃料が確実に燃焼させられ、排気ガス温度が確実に高められ、排気ガス浄化触媒の昇温がさらに促進される。



【0250】本発明の第50の態様によれば、エンジンの冷間始動時においては、エンジン始動開始後における所定の排気ガス昇温促進期間中は点火時期が上死点後に設定されるので、膨張行程に入ってはじめて混合気に着火し、その後燃焼が開始されることになる。したがって、混合気の燃焼によって生じる熱エネルギー中のエンジン軸動力(正味出力)に変換される割合が低くなり、その結果上記熱エネルギー中の排気損失となる割合が高くなり、その分だけ排気ガス温度が高められる。このため、高温の排気ガスによって排気ガス浄化用触媒が迅速に昇温され、該触媒が早期に活性化温度に到達し、冷間始動時における排気ガス浄化率が大幅に高められる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる排気ガス浄化装置を備えた往復動ピストン式エンジンのシステム構成図である。

【図2】 図1に示すエンジンの1つの気筒の吸・排気ポート付近における一部断面立面説明図である。

【図3】 図1に示すエンジンの1つの気筒の吸・排気ポート付近における平面説明図である。

【図4】 図1に示すエンジンの1つの気筒の燃焼室付近における平面説明図である。

【図5】 図1に示すエンジンの1つの気筒の燃焼室付近における透視図である。

【図6】 図1に示すエンジンの1つの気筒の吸・排気ポート付近の縦断面構造を示す模式図である。

【図7】 排気温度及びエンジン出力トルクの、点火時期に対する変化特性を示すグラフである。

【図8】 排気温度の点火時期に対する変化特性を、エンジン回転数をパラメータとしてあらわしたグラフである。

【図9】 エンジン始動開始時から20秒経過後の予測触媒温度の点火時期に対する特性を、エンジン回転数をパラメータとしてあらわしたグラフである。

【図10】 平均有効圧変動率の点火時期に対する変化特性を示すグラフである。

【図11】 混合気の乱れエネルギーのクランク角に対する変化特性を示すグラフである。

【図12】 (a)はスワールがない場合における下死点下の気筒内での混合気の濃度分布を示す図であり、(b)はスワールがある場合における下死点下の気筒内での混合気の濃度分布を示す図である。

【図13】 排気ガス温度の点火時期に対する変化特性を、空燃比をパラメータとしてあらわしたグラフである。

【図14】 触媒コンバータ上流の排気ガス温度の2次エア供給後空燃比に対する変化特性を示すグラフである。

【図15】 気筒内圧力のクランク角に対する変化特性を、点火時期をパラメータとしてあらわしたグラフである。

【図16】 気筒内圧力のクランク角に対する変化特性を、点火時期をパラメータとしてあらわしたグラフである。

【図17】 (a)~(d)は、夫々、図1に示すエンジンの冷間始動時におけるエンジン回転数、吸気量、点火時期及び空燃比の時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図18】 (a)~(c)は、夫々、図1に示すエンジンの冷間始動時におけるエンジン回転数、点火時期及び空燃比の時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図19】 (a)、(b)は、それぞれエンジンの冷間始動時におけるエンジン回転数及び/又は点火時期の時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図20】 排気温度のエンジン始動後経過時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図21】 エンジンの冷間始動時におけるHC浄化率の時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図22】 排気ガス温度及び混合気燃焼時間の、点火時期に対する依存性を示すグラフである。

【図23】 図示平均有効圧力と排気ガス温度との関係をスワール比をパラメータとして示したグラフである。

【図24】 リーンリミット空燃比の点火時期に対する依存性を示すグラフである。

【図25】 排気ガス中のHC濃度指数の排気ガス温度に対する依存性を示すグラフである。

【図26】 排気ガス中のHC濃度指数と90%燃焼終了クランク角との関係を示すグラフである。

【図27】 排気ガス中のCO濃度指数の排気ガス温度に対する依存性を示すグラフである。

【図28】 図1に示すエンジンにおける排気ガス浄化装置のもう1つの好ましい実施の形態を示す図である。

#### 【符号の説明】

CE…エンジン

C…コントロールユニット

F…点火機構

1…エンジン本体

2…燃焼室

3、4…第1、第2吸気ポート

5、6…第1、第2排気ポート

7、8…第1、第2吸気弁

9、10…第1、第2排気弁

11…ピストン

12…点火プラグ

13…吸気系

17…エアフローセンサ

18…スロットル弁

19…吸気バイパス通路

20…ISC通路

21…エア通路

22…ISCバルブ

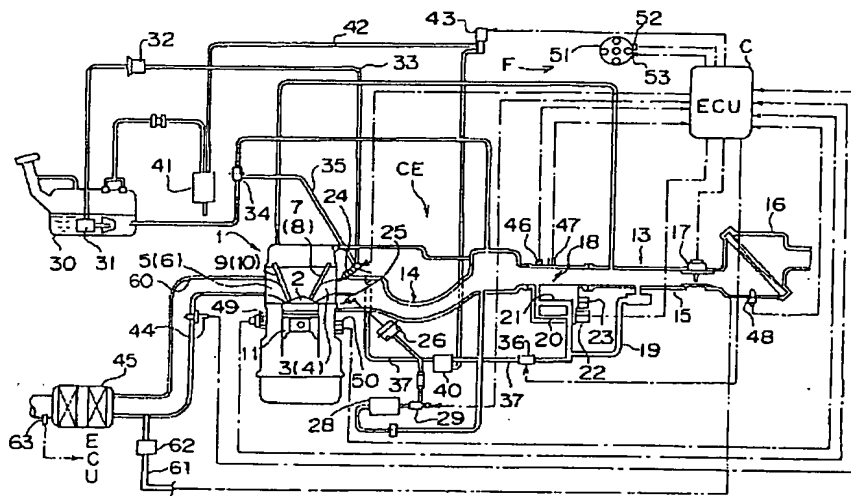


- 23...エアバルブ  
 24...インジェクタ  
 25...開閉弁  
 36...エア制御バルブ  
 37...AMI用エア供給通路  
 44...リニアO<sub>2</sub>センサ  
 45...触媒コンバータ  
 46...スロットル開度センサ  
 47...アイドルスイッチ  
 49...水温センサ

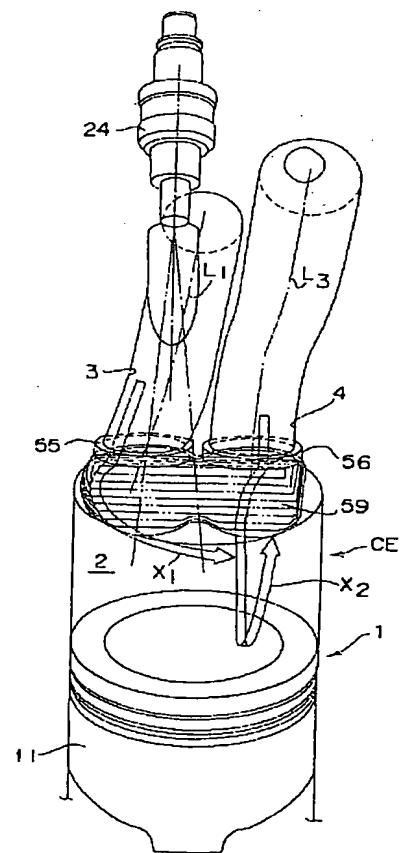
- 51...ディストリビュータ  
 52...クランク角センサ  
 53...気筒判別センサ  
 60...排気通路  
 61...2次エア供給通路  
 62...リードバルブ  
 63...排気温センサ  
 80...プリ触媒コンバータ  
 81...λO<sub>2</sub>センサ

10

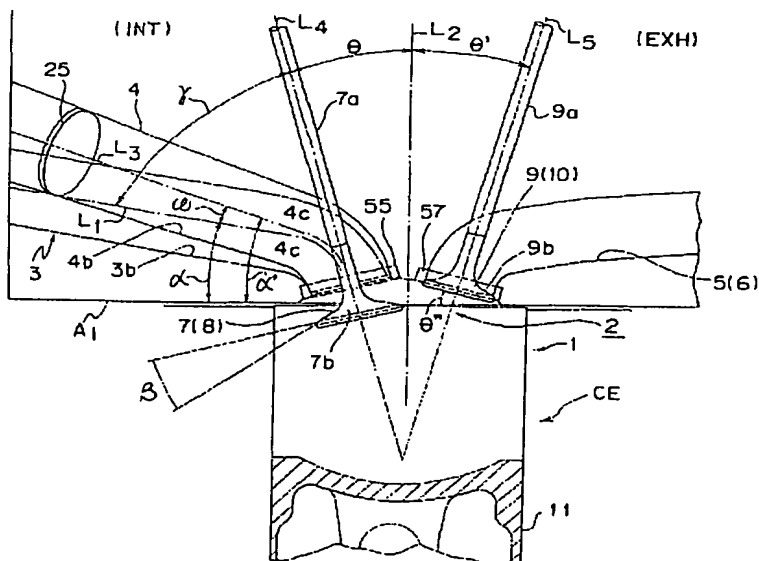
【図1】



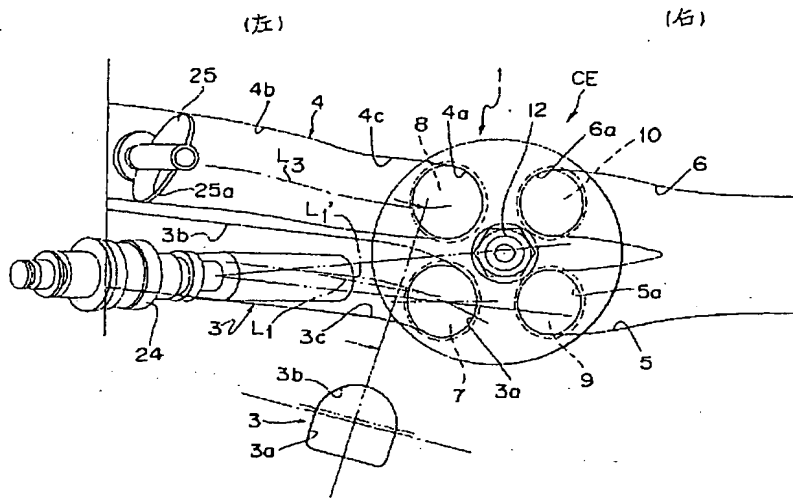
【図5】



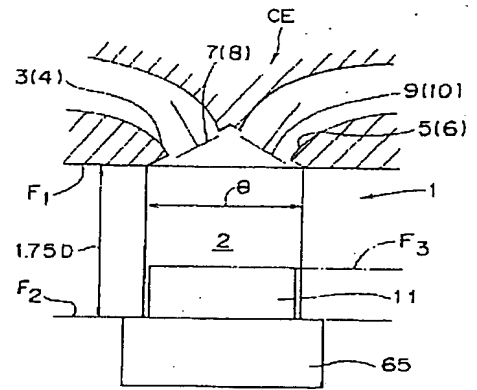
【図2】



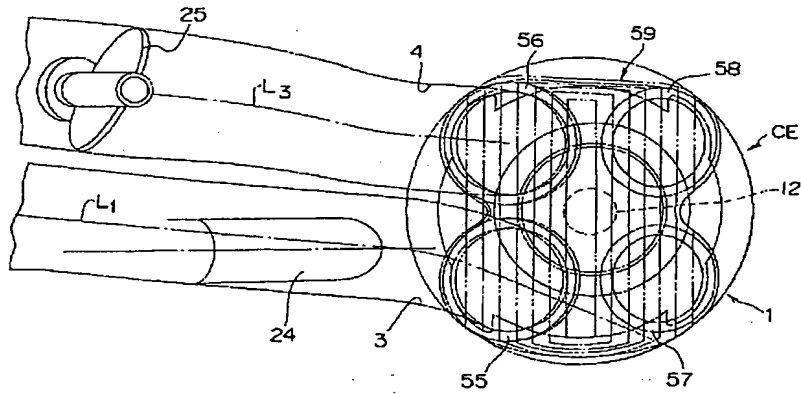
【図 3】



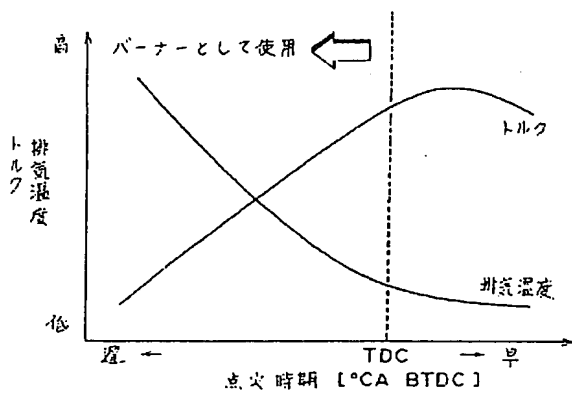
【図 6】



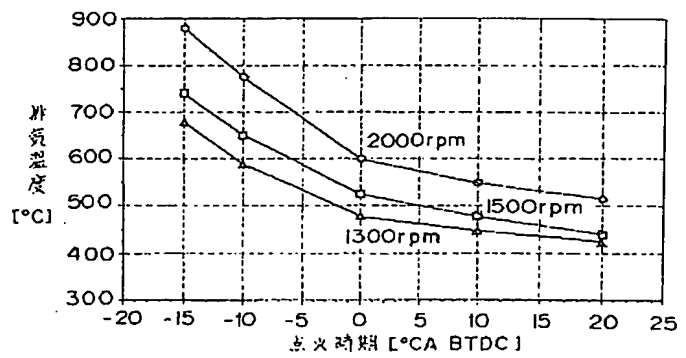
【図 4】



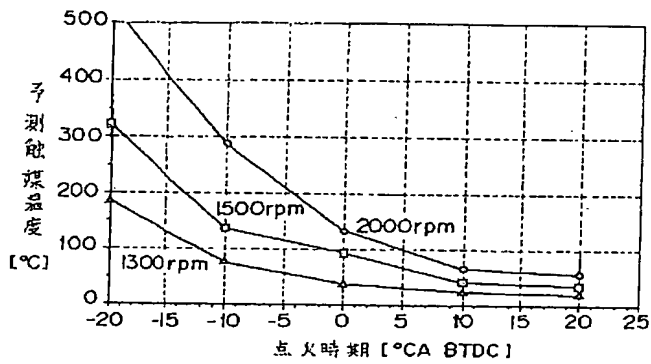
【図 7】



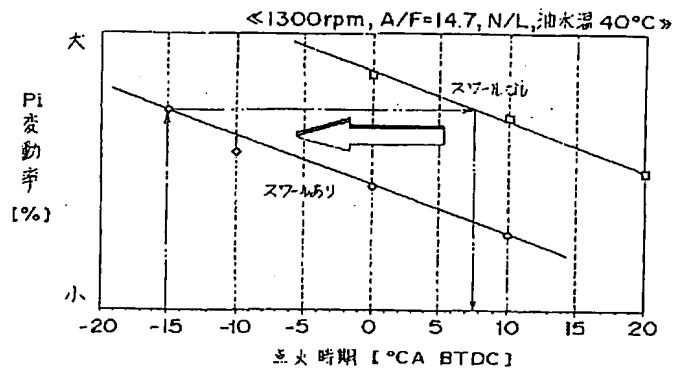
【図 8】



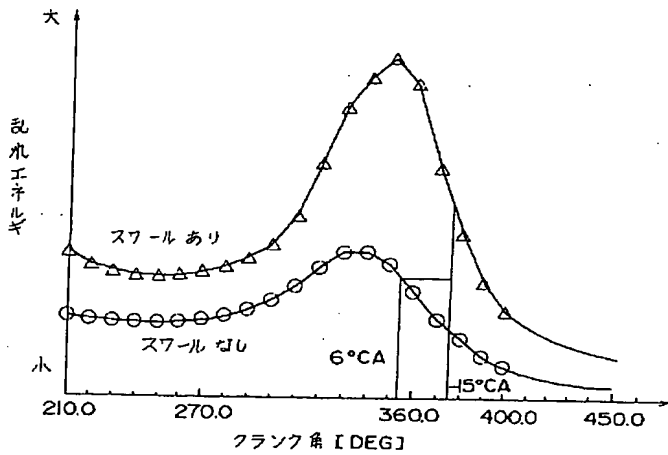
【図9】



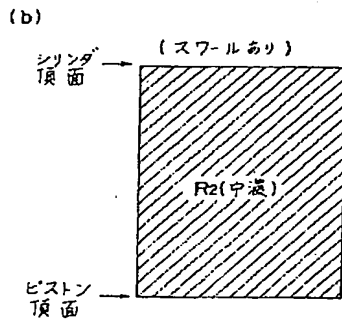
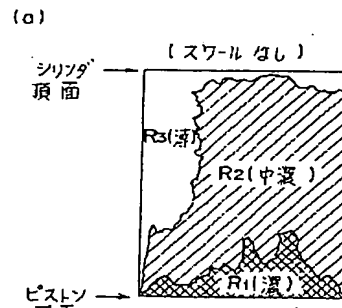
【図10】



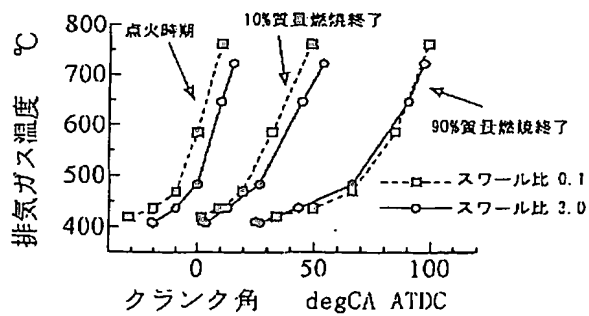
【図11】



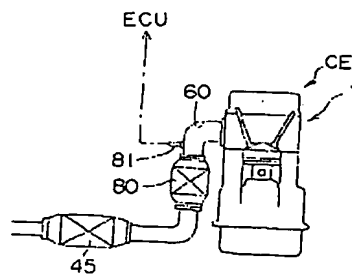
【図12】



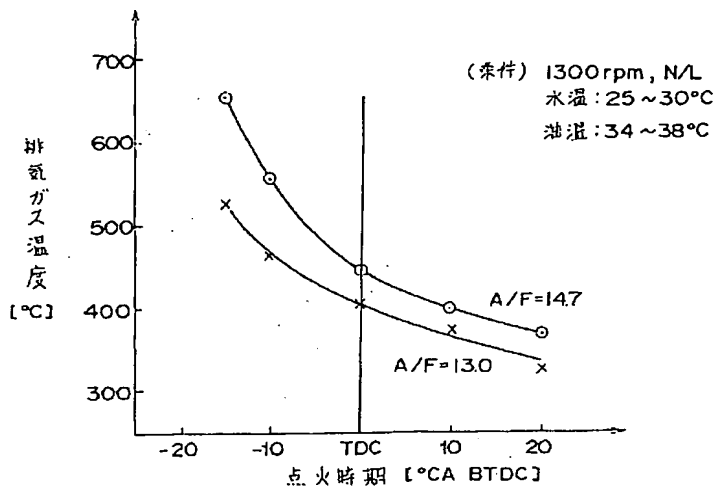
【図22】



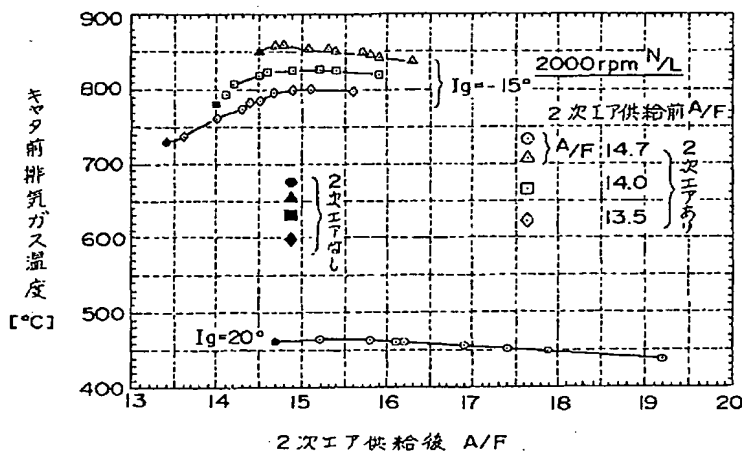
【図28】



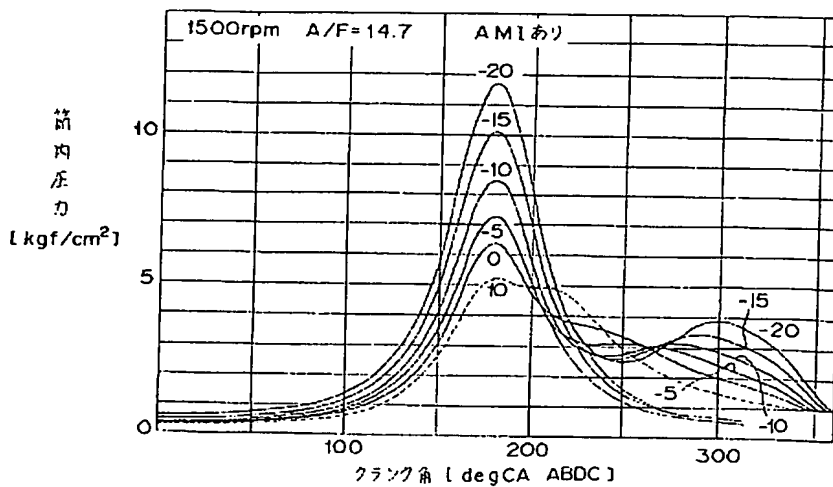
【図13】



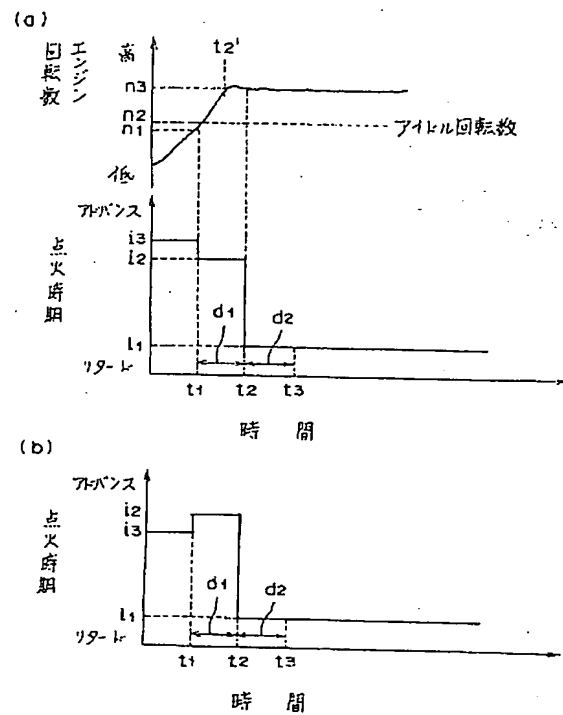
【図14】



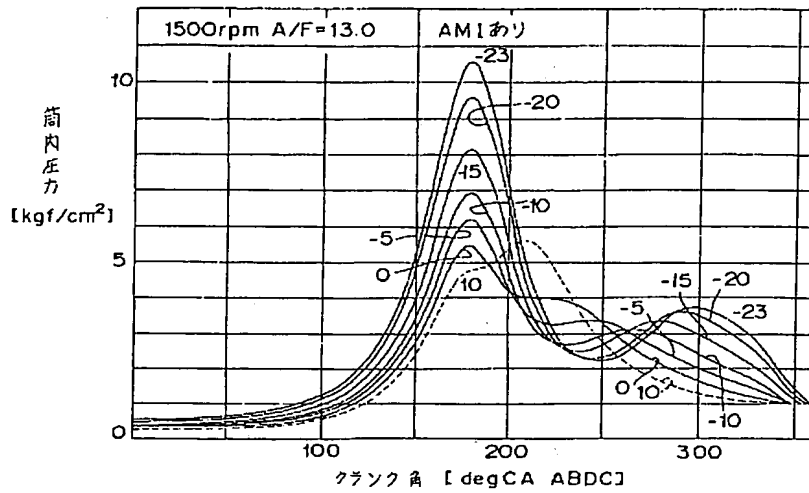
【図15】



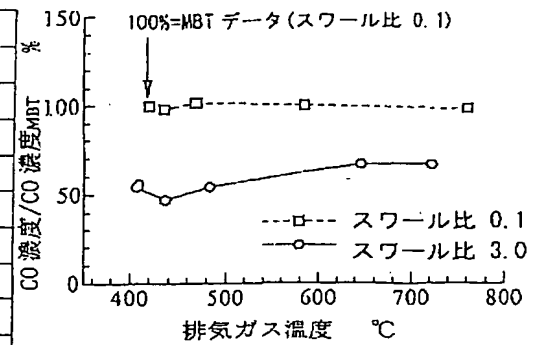
【図19】



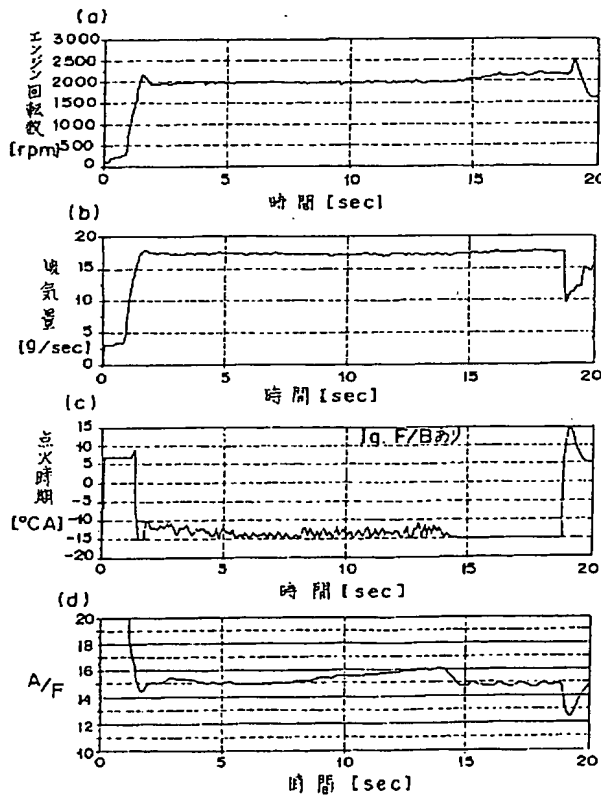
【図16】



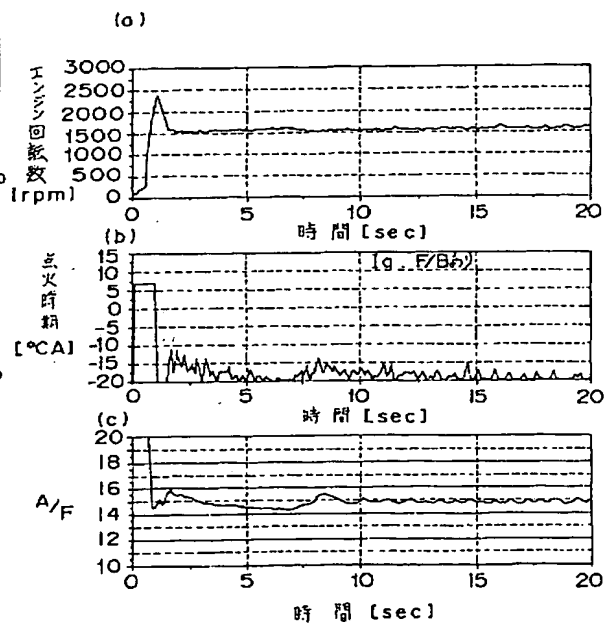
【図27】



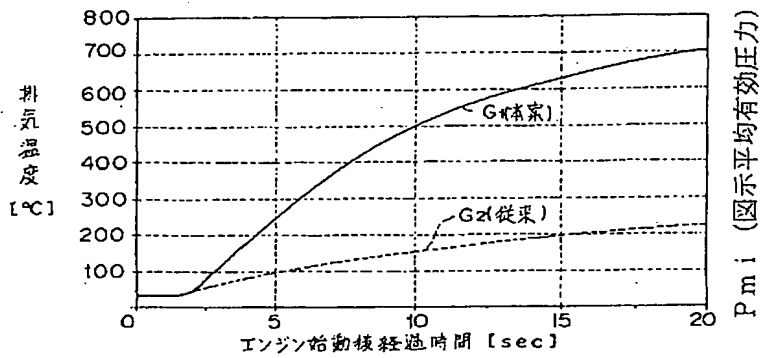
【図17】



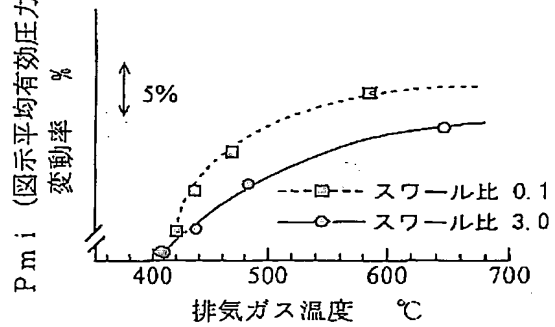
【図18】



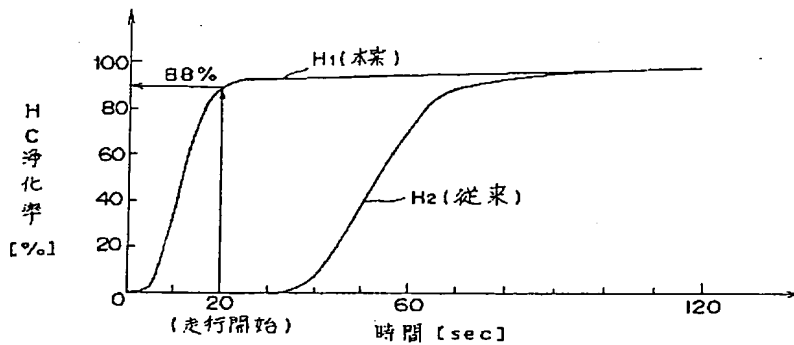
【図 2 0】



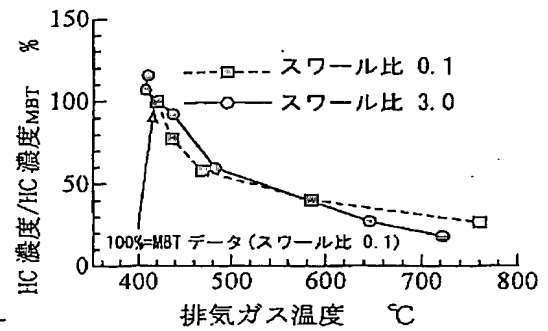
【図 2 3】



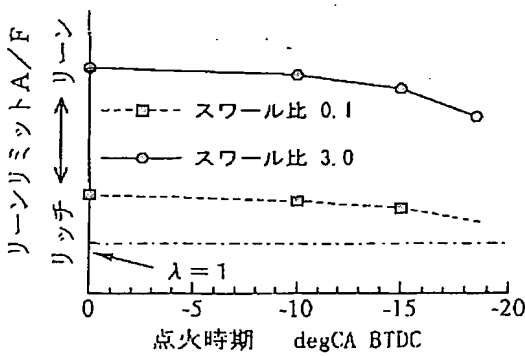
【図 2 1】



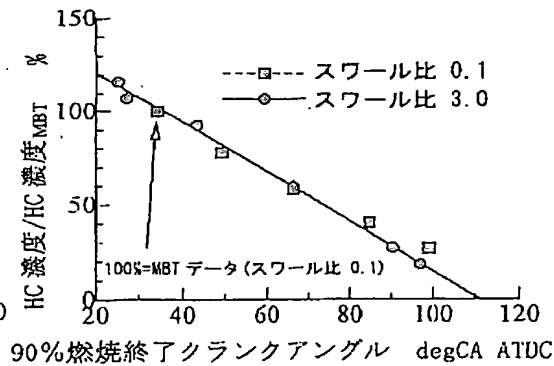
【図 2 5】



【図 2 4】



【図 2 6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

F 0 2 D 41/04

43/00

識別記号

3 0 5

3 1 5

3 0 1

序内整理番号

F I

F 0 2 D 41/04

43/00

技術表示箇所

3 0 5 B

3 1 5

3 0 1 B

3 0 1 E

45/00 3 1 2  
F O 2 M 69/00 3 1 0  
F O 2 N 17/08  
F O 2 P 5/15

45/00 3 0 1 T  
3 0 1 L  
3 0 1 U  
3 1 2 Q  
F O 2 M 69/00 3 1 0 E  
F O 2 N 17/08 Z  
F O 2 P 5/15 B

(72) 発明者 森政 敬信  
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ  
株式会社内

(72) 発明者 三角 正法  
広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ  
株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**